

**ANÀLISI DEL CONTACTE PLANTAR I L'EQUILIBRI
EN BIPEDESTACIÓ ESTÀTICA EN JOVES
AMB LA SÍNDROME DE DOWN
SOTMESOS A UN PROGRAMA
D'ACTIVITAT FÍSICA BASAT EN LA DANSA**

TESI DOCTORAL

LOURDES GUTIÉRREZ VILAHÚ

2015

DIRECTORES DE TESI: DRA. MIRIAM GUERRA BALIC I DRA. NÚRIA MASSÓ ORTIGOSA

**ANÀLISI DEL CONTACTE PLANTAR I L'EQUILIBRI
EN BIPEDESTACIÓ ESTÀTICA EN JOVES
AMB LA SÍNDROME DE DOWN
SOTMESOS A UN PROGRAMA
D'ACTIVITAT FÍSICA BASAT EN LA DANSA**

TESI DOCTORAL

LOURDES GUTIÉRREZ VILAHÚ

2015

DIRECTORES DE TESI: DRA. MIRIAM GUERRA BALIC I DRA. NÚRIA MASSÓ ORTIGOSA



TESI DOCTORAL

Títol	Anàlisi del contacte plantar i l'equilibri en bipedestació estàtica en joves amb la Síndrome de Down sotmesos a un programa d'activitat física basat en la dansa
Realitzada per	Lourdes Gutiérrez Vilahú
en el Centre	Facultat de Psicologia, Ciències de l'Educació i de l'Esport Blanquerna. Universitat Ramon Llull
i en el	Departament de Ciències de l'Activitat Física i de l'Esport
Dirigida per	Dra. Miriam Guerra Balic i Dra. Núria Massó Ortigosa

Aquesta tesi doctoral ha estat parcialment finançada pel Ministerio de Economía y Competitividad de España (Dirección General de Investigación y Gestión Plan Nacional I+D+i DEP2012-38984).

*“Mai consideris l’estudi com una obligació,
sinó com una oportunitat per endinsar-te en el meravellós món del saber”.*

Albert Einstein (1879-1955)

Al Toni.

A l'Albert i a l'Ariadna.

AGRAÏMENTS

A la Dra. Miriam Guerra i Balic i a la Dra. Núria Massó i Ortigosa, els dono les gràcies per haver dipositat la confiança en mi des de l'inici de la meva carrera professional. Les admiro com a persones i com a metges, vull expressar-los la meva sincera gratitud i amistat. A elles dues els agraeixo deixar-me entrar a participar de la continuïtat de l'aprenentatge i del propi coneixement basant-se en aquesta línia d'investigació sobre activitat física i discapacitat intel·lectual ja iniciada pel grup interdisciplinari d'investigació. Agraeixo la seva entrega, la seva professionalitat i el seu constant esforç.

Als membres de l'equip investigador del grup de recerca SAFE Salut, en especial al Dr. Ferran Rey i Abella, per la seva col·laboració en diferents aspectes dels enregistraments i el desenvolupament d'aquest treball; al Dr. Lluís Costa i Tutusaus, per la seva valuosa col·laboració en l'estudi estadístic, i als companys de la Facultat de Psicologia i Ciències de l'Educació i de l'Esport (FPCEE) i de la Facultat de Ciències de la Salut (FCS) Blanquerna, amb els quals hem compartit congressos i jornades i m'han orientat i aconsellat.

A Blanquerna, a la FCS, per confiar en l'equip investigador i cedir-nos les instal·lacions i l'equipament del Laboratori d'Anàlisi del Moviment. I a la FPCEE, per desfer-nos l'espai esportiu per dur a terme les sessions d'activitat física.

A l'equip directiu i a l'equip de professionals interdisciplinaris de l'Escola Terapèutica i Pedagògica Moragues, per la seva disposició d'ajuda permanent. En especial, a Eloisa Martínez i Torregrossa, per les sessions compartides de preparació i realització del programa d'intervenció, sense el seu ajut no hauria estat possible realitzar l'assaig clínic.

A totes les persones amb la síndrome de Down i els seus familiars que hi han col·laborat de forma desinteressada, així com als universitaris de la FCS Blanquerna, a tots ells agrair-los que hagin participat com a subjectes d'estudi en aquest projecte. A tots vosaltres, gràcies per permetre'ns formar part de la millora en la qualitat de les vostres vides.

A la meva família, a la meva mare i als meus germans, per haver-me escoltat quan calia i animat en alguns moments de desànim.

I, en especial, al Toni, pel seu suport incondicional que he rebut en tot moment. És la persona amb qui fonamento les meves il·lusions i els meus projectes personals, familiars i professionals. Als meus fills, l'Albert i l'Ariadna, per la seva comprensió i els seus propis estímuls per ajudar-me a poder finalitzar la tesi.

ÍNDEX

AGRAÏMENTS	VI
GLOSSARI DE SIGLES	XV
ÍNDEX DE TAULES	XVIII
ÍNDEX DE FIGURES	XIX
1. INTRODUCCIÓ	2
1.1. Marc de la investigació.....	2
1.2. Estructura de la tesi doctoral	3
2. FONAMENTACIÓ TEÒRICA	7
2.1. Discapacitat intel·lectual.....	7
2.1.1. <i>Definició</i>	7
2.1.2. <i>Model teòric</i>	9
2.1.3. <i>Marc per al diagnòstic</i>	10
2.1.4. <i>Sistemes de classificació</i>	13
2.1.5. <i>Planificació dels suports</i>	21
2.2. Síndrome de Down	23
2.2.1. <i>Perfil sociodemogràfic a Espanya i a Catalunya</i>	23
2.2.2. <i>Aspectes biomèdics generals</i>	27
2.2.2.1. Aspectes mèdics i psicològics	27
2.2.2.2. Característiques morfològiques	30
2.2.2.3. Característiques neurofuncionals i psicomotores	31
2.3. La bipedestació	36
2.3.1. <i>Definició</i>	36
2.3.2. <i>Aspectes mecànics de la postura bípeda. Contacte plantar</i>	37
2.3.2.1. Definició i classificació	37
2.3.2.2. Sistemes d'avaluació i mesura.....	39
2.3.3. <i>Aspectes neurofisiològics de la postura bípeda. Equilibri i control postural</i>	42

2.3.3.1. Definició.....	42
2.3.3.2. Sistemes d'avaluació i mesura.....	47
2.4. La bipedestació en equilibri estàtic en la síndrome Down.....	50
2.4.1. Contacte plantar en la síndrome de Down.....	50
2.4.2. Equilibri i control postural en la síndrome de Down.....	52
2.5. Activitat física.....	54
2.5.1. L'activitat física en la població general	54
2.5.2. L'activitat física en la síndrome de Down	59
2.5.3. Les arts escèniques: la dansa.....	66
3. OBJECTIUS I HIPÒTESI.....	77
4. MÈTODES I RESULTATS.....	79
4.1. Plantejament general.....	79
4.1.1. Selecció dels participants, reclutament i aprovació	80
4.1.2. Variables de l'estudi	81
4.1.2.1. Dades sociodemogràfiques	81
4.1.2.2. Mesures antropomètriques	81
4.1.2.3. Indicadors antropomètrics.....	82
4.1.2.4. Examen morfoestàtic en bipedestació.....	82
4.1.2.5. Registre i anàlisi del contacte de l'empremta plantar	82
4.1.2.6. Paràmetres cinètics de l'equilibri.....	83
4.1.3. Resum de la intervenció.....	83
4.1.4. Recollida de dades	85
4.1.5. Resum de l'anàlisi estadística	85
4.2. Publicació 1.....	85
4.3. Publicació 2.....	93
4.4. Publicació 3.....	112
4.5. Publicació 4.....	120
4.6. Publicació 5.....	125

5. DISCUSSIÓ	160
5.1. Validació i fiabilitat de l'instrument de mesura en la població d'estudi	160
5.2. Anàlisi del centre de pressió.....	165
5.2.1. Comparació entre grups.....	165
5.2.2. Influència de la condició visual en cada grup.....	167
5.2.3. Comparació preintervenció i postintervenció en cada grup.....	169
5.3. Limitacions.....	171
6. CONCLUSIONS	174
6.1. Conclusions generals.....	174
6.2. Línies de futur	177
7. RESUM	179
7.1. Resum (versió en català)	179
7.2. Resumen (versión en español).....	181
7.3. Abstract (english version).....	183
8. REFERÈNCIES BIBLIOGRÀFIQUES	186
9. ANNEXOS	207
9.1. Annex 1. Protocol de creació de l'empremta plantar mitjançant el programa Photoshop CS5.....	207
9.2. Annex 2. Aprovació de la Comissió d'Ètica i Recerca	211
9.3. Annex 3. Fulls informatius de les poblacions mostrejades	212
9.3.1. Annex 3.1. Full informatiu per a l'usuari de població general	212
9.3.2. Annex 3.2. Full informatiu per a l'usuari de població amb la síndrome de Down	214
9.4. Annex 4. Consentiment informat.....	216
9.5. Annex 5. Carta de renúncia	217
9.6. Annex 6. Història clínica.....	218
9.7. Annex 7. Programa d'activitat física basat en la dansa	223
9.8. Annex 8. Registre d'adherència al programa	240

Lista de publicaciones derivadas de la tesi

Publicació 1

Gutiérrez-Vilahú, L., Massó-Ortigosa, N., Costa-Tutusaus, L., & Guerra-Balic, M. (2015). Reliability and validity of the footprint assessment method using photoshop CS5 software. *Journal of the American Podiatric Medical Association*, 105 (3), 226 – 232. doi.org/10.7547/0003-0538-105.3.226.

Publicació 2

Gutiérrez-Vilahú, L., Massó-Ortigosa, N., Rey-Abella, F., Costa-Tutusaus, L., & Guerra-Balic, M. Reliability and validity of the footprint assessment method using Photoshop cs5 software in young people with Down syndrome. *Journal of the American Podiatric Medical Association* (en premsa).

Publicació 3

Gutiérrez-Vilahú, L., Massó-Ortigosa, N., Rey-Abella, F., Costa-Tutusaus, L., & Guerra-Balic, M. (2015). Estudio comparativo de las huellas plantares en jóvenes con síndrome de Down. *Revista Médica Internacional sobre el Síndrome de Down*. doi.org/10.1016/j.sd.2015.05.003 (en premsa).

Publicació 4

Massó-Ortigosa, N., Gutiérrez-Vilahú, L., Rey-Abella, F., Costa-Tutusaus, L., & Guerra-Balic, M. (2013). Analysis of centre of pressure in standing position in young subjects with Down Syndrome. *Hacettepe Journal of Sport Sciences*, 24 (2), 178-181.

Publicació 5

Gutiérrez-Vilahú, L., Massó-Ortigosa, N., Costa-Tutusaus, L., Guerra-Balic, M., & Rey-Abella, F. Comparison of static balance on platform in young adults with Down syndrome before and after a dance program. *Adapted Physical Activity Quarterly* (en revisió).

Participació en congressos en relació amb el treball de tesi

Autors: Gutiérrez-Vilahú, L., Massó-Ortigosa, N., Guerra-Balic, M.

Títol: Análisis de los parametros de equilibrio y control motor en jóvenes con Síndrome de Down sometidos a un programa de actividad física.

Tipus de participació: Comunicació oral

Congrés: IX Congreso Internacional sobre la Enseñanza de la Educación Física y el Deporte FEADef. Úbeda (España), 2011.

Publicació: www.altorendimiento.com. Comunicació científica n.75. ISBN: 9788461536665.

Autors: Gutiérrez-Vilahú, L., Massó-Ortigosa, N., Costa-Tutusaus, L., Guerra-Balic, M.

Títol: Validación de un método de evaluación de la huella plantar mediante el programa photoshop CS5.

Tipus de participació: Comunicació oral

Congrés: XIV Congreso de la Federación Española de Medicina del Deporte FEMEDE. Santander (España), 2012.

Publicació: Revista Archivos de Medicina del Deporte (AMD): Lesiones deportivas: Diagnóstico, prevención y tratamiento I Volumen XXIX (5) - Núm. 151 Septiembre - Octubre 2012 , pág.868. ISSN 0212-8799.

Autors: Gutiérrez-Vilahú, L., Massó-Ortigosa, N., Costa-Tutusaus, L., Guerra-Balic, M.

Títol: Comparative study of footprints in young people with Down Syndrome.

Tipus de participació: Pòster

Congrés: 18th Annual Congress of the European College of Sport Sciences ECSS. Barcelona (España), 2013.

Publicació: European College of Sport Science: Book of Abstracts of the 18th Annual Congress of the European College of Sport Sciences-26th-29th June 2013,

Barcelona (Espanya). E. PP-PM01 Adapted Physical Activity (AP)1, p. 225. ISBN 978-84-695-7786-8.

Autors: Massó-Ortigosa, N., Gutiérrez-Vilahú, L., Rey-Abella, F., Costa-Tutusaus, L., Casals-Gutiérrez, S.

Títol: Analysis of variations in centre of pressure in standing position in Down Syndrome after a dance training program.

Tipus de participació: Pòster

Congrés: 18th Annual Congress oh the European College of Sport Sciences ECSS. Barcelona (Espanya), 2013.

Publicació: European College of Sport Science: Book of Abstracts of the 18th Annual Congress oh the European College of Sport Sciences-26th-29th June 2013, Barcelona. Spain. E. PP-PM02 Adapted Physical Activity (AP)2, p. 395. ISBN 978-84-695-7786-8.

Autors: Gutiérrez-Vilahú, L., Massó-Ortigosa, N., Costa-Tutusaus, L., Guerra-Balic, M.

Títol: Reliability and validation of photoshop CS5 for footprint analysis in young people with Down Syndrome.

Tipus de participació: Pòster

Congrés: 19th International Symposium of Adapted Physical Activity ISAPA. Istanbul (Turquia), 2013.

Publicació: Hacettepe Journal of Sport Sciences (HJSS). POS-144 Sports and Disability, 27, p. 304.

Autors: Massó-Ortigosa, N., Gutiérrez-Vilahú, L., Rey-Abella, F., Costa-Tutusaus, L., Guerra-Balic, M.

Títol: Analysis of centre of pressure in standing position in young subjects with Down Syndrome.

Tipus de participació: Pòster

Congrés: 19th International Symposium of Adapted Physical Activity ISAPA. Istanbul (Turquia), 2013.

Publicació: Hacettepe Journal of Sport Sciences (HJSS). POS-174 Motor Behavior & Learning and Disability, 22, p. 199.

Autors: Gutiérrez-Vilahú, L., Martínez-Torregrosa, E., Massó-Ortigosa, N.

Títol: Descripción de un programa de actividad física basado en danza en jóvenes con síndrome de Down.

Tipus de participació: Presentació de resum científic

Congrés: 1st European Medical Fitness Congress. Madrid (Espanya), 2015.

Publicació: Libro de actas del congreso: 1st European Medical Fitness Congress 5-7 june, 2015. Madrid (Espanya).

Autors: Massó-Ortigosa, N., Rey-Abella, F., Costa-Tutusaus, L., Gutiérrez-Vilahú, L., Guerra-Balic, M.

Títol: Electromyographic analysis of ankle muscles in standing position in Young adults with Down syndrome.

Tipus de participació: Comunicació oral

Congrés: 20th International Symposium of Adapted Physical Activity. The International Federation of Adapted Physical Activity. Wingate Institute (Israel), 2015.

Publicació: Book of abstracts. Adapted Physical Activity: Integration and diversification, p. 68.

Autors: Massó-Ortigosa, N., Gutiérrez-Vilahú, L., Rey-Abella, F., Costa-Tutusaus, L.

Títol: Electromyographic analysis of ankle muscles in standing position in a group of young adults with Down syndrome who participate in a physical activity program based on dance exercises.

Tipus de participació: Comunicació oral

Congrés: 1st European Medical Fitness Congress. Madrid Espanya), 2015.

Publicació: Libro de actas del congreso: 1st European Medical Fitness Congress 5-7 june, 2015. Madrid (Espanya).

GLOSSARI DE SIGLES

AAIDD	American Association on Intellectual and Developmental Disabilities
AAMR	American Association of Mental Retardation
ABS	Adaptative Behavior Scales
ABAS	Adaptative Behavior Assessment System
AC	Angle de Clark
ACSM	American College of Sports Medicine
AF	Activitat física
AP	Anterior-posterior
APA	American Psychiatric Association
BOE	Boletín Oficial del Estado
CDIAP	Centres de Desenvolupament Infantil i Atenció Precoç
CERMI	Comité de Entidades Representantes de Personas con Discapacidad de las Comunidades Autónomas
CI	Coeficient intel·lectual
CIF	Classification International Function
CM	Centre de massa
cm	Centímetres
COP	Centre de pressió
DI	Discapacitat intel·lectual
DSM	Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders
EC	Edat cronològica
ECEMC	Estudio Colaborativo Español de Malformaciones Congenitas
EDAD	Encuesta de Discapacidad, Autonomia Personal y Situaciones de Dependencia
EDDM	Encuesta de Discapacidad, Deficiencia y Minusvalía
EDDS	Encuesta de Discapacidad, Deficiencia y Estado de Salud

EM	Edat mental
FCS	Facultat de Ciències de la Salut Blanquerna
FCSD	Fundació Catalana Síndrome de Down
FEAPS	Confederación Española de Organizaciones en favor de Personas con Discapacidad Intelectual
FEISD	Federación Española de Instituciones Síndrome de Down
FEMEDE	Federación Española de Medicina del Deporte
FITT	Freqüència, intensitat, temps, tipus
FPCEE	Facultat de Psicologia, Ciències de l'Educació i de l'Esport Blanquerna
GC	Grup control
Hz	Hertz
IB	Índex de Bouchard
ICC	Coeficient de correlació intraclasse
ICD	International Classification of Diseases
ICF	International Classification Functioning, Disability and Health
ICM	Índex cintura-maluc
ICS	Índex de Chippaux-Smirak
IH	Índex de Hernández-Corvo
IMC	Índex de massa corporal
IP	Índex ponderal
IS	Índex de Stahelli
ISAK	International Society for the Advancement of Kinanthropometry
INE	Instituto Nacional de Estadística
Kg	Quilograms
MET	Metabolic Equivalent of Task
ML	Medial-lateral
PAFES	Pla d'Activitat Física d'Esport i Salut
PDC	Posturografia dinàmica computeritzada

RM	Retard mental
ROM	Rang de moviment
SAFE	Salut Activitat Física i Esport
SD	Síndrome de Down
SNC	Sistema nerviós central
TOB	Test of balance
UO	Ulls oberts
UT	Ulls tancats
OMS	Organització Mundial de la Salut
WAIS	Escala d'Intel·ligència Weschler

ÍNDEX DE TAULES

Taula 1: Marc per a l'avaluació del retard mental i el funcionament de l'individu	11
Taula 2: Classificació del retard mental segons les classificacions de l'Associació Americana de Psiquiatria (DSM-V) i l'Organització Mundial de la Salut (ICD-10).....	16
Taula 3: Model multifactorial de les categories en funció del factor de risc	20
Taula 4: Nombre de recent nascuts amb la síndrome de Down a Espanya. Taxa per cada 10.000 nascuts en els períodes de temps: 1980-1985, 1986-2009, i 2010	24
Taula 5: Prevalença per 10.000 nascuts amb la síndrome de Down per comunitats autònomes i tres períodes de temps: 1980-1985, 1986-2009 i 2010.....	25
Taula 6: Distribució de les persones amb la síndrome de Down per grup d'edat i sexe.....	27
Taula 7: Principals trets clínics en els recent nascuts i problemes mèdics en les persones amb la síndrome de Down.....	29
Taula 8: Característiques neurofuncionals i psicomotores de les persones amb la síndrome de Down.....	32
Taula 9: Morfologia estàtica segons la projecció del centre de gravetat en la síndrome de Down.....	52
Taula 10: Tipus de beneficis en diferents sistemes de l'activitat física en la població general.....	58
Taula 11: Esquema i descripció del programa d'activitat física basat en la dansa.....	84

ÍNDEX DE FIGURES

Figura 1. Marc conceptual del funcionament humà.....	10
Figura 2. Classificació de les condicions de salut, malalties i trastorns segons la Classificació Internacional del Funcionament de la Discapacitat i de la Salut (ICF).....	15
Figura 3. Model actual de suports	22
Figura 4. Índexs podomètrics d'estàndard d'or: índex de Hernández-Corvo (IH), índex de Chippaux-Smirak (ICS), índex de Staheli (IS) i angle de Clarke (AC).....	38

CAPÍTOL

1

INTRODUCCIÓ

1. INTRODUCCIÓ

1.1. Marc de la investigació

Per les seves pròpies característiques, la síndrome de Down (SD) es detecta clarament a l'etapa prenatal, mostra un fenotip que resulta inconfusible, s'estén al llarg de tot el cicle vital de la persona i, per la seva prevalença, ocupa un ampli espai dins del camp de les discapacitats intel·lectuals (DI). Entre les persones amb DI, hi ha una gran varietat etiològica, entre les quals les persones amb la SD (Luckansson et al., 2002). Tenint en compte aquesta realitat, dins de la DI es consideren fisiològicament dues poblacions: persones sense la SD i persones amb DI però sense la SD. El repte socio sanitari a càrrec dels professionals de la salut que atenen les persones amb la SD i les seves famílies és la capacitat de tenir cura de les seves necessitats i de guarir-les al llarg del desenvolupament de la persona: infantesa, joventut i adultesa. Poden tenir problemes similars entre ells, tot i que cada persona és un individu amb personalitat i característiques diferents i úniques. Cadascun d'ells té dret a gaudir d'una plena salut, tant física com psicoemocional, i també a rebre els tractaments mèdics i psicoeducatius en funció de la demanda de les seves necessitats. Les propostes d'intervenció educativa ben programades i sistemàticament realitzades produeixen bons resultats i són eficaces en aquestes poblacions. Les persones amb la SD poden estar escolaritzades en centres educatius ordinaris o en centres d'educació especial. El nou repte del II Pla d'Acció per a les Persones amb la Síndrome de Down a Espanya (II Plan de Acción para Personas con Síndrome de Down en España, 2009-2013) és la promoció de l'autonomia personal i la consolidació de la integració de les persones amb la SD en el sistema educatiu ordinari, des de la fase educativa fins a accedir al mercat laboral (Federación Española de Síndrome de Down, 2013).

Aquesta és una etapa d'adquisició de bons hàbits que inclou l'activitat física (AF), en què participen de la pràctica d'exercici físic, que té conseqüències beneficioses per a la salut, ajuda a prevenir malalties i afavoreix la integració i la interacció social. A vegades s'ignoren els beneficis que proporciona l'AF en els DI, en especial en la SD. En aquest sentit,

l'AF constitueix un factor de motivació i tendeix a construir uns vincles entre l'AF i la salut mental. Els programes d'exercici físic en grup i per parelles són un estímul, la creació de danses amb suport musical, treballar per imitació i l'expressió corporal posen de manifest una millora física i psicosocial. La població amb la SD presenta una condició física general clarament inferior a la població general de la seva mateixa edat i gènere. Uns dels elements importants són els problemes mèdics i el conjunt de manifestacions clíniques variades que presenten, les quals exigeixen unes mesures assistencials específiques. Presenten anomalies intestinals, disfunció de tiroide i diabetis mellitus, que precisen una acció preventiva; problemes cardiovasculars i obesitat, i problemes musculars i esquelètics, que poden ser controlats amb programes basats en la pràctica d'exercici físic adaptat a les circumstàncies de cada individu i a la realitat d'aquestes poblacions especials (Van Amersfoort, 1996).

1.2. Estructura de la tesi doctoral

Aquesta tesi doctoral està emmarcada dins d'un projecte d'investigació finançat parcialment pel Ministerio de Economía y Competitividad (Dirección General de Investigación y Gestión Plan Nacional I+D+i, DEP2012-38984). El projecte es titula *Anàlisi dels paràmetres d'equilibri i control motor en joves amb la Síndrome de Down sotmesos a un programa d'activitat física*. La investigadora principal del projecte és la Dra. Núria Massó Ortigosa, que forma part de l'equip investigador del Grup de Recerca en Salut, Activitat Física i Esport (SAFE), i amb la col·laboració del taller i de l'escola pedagògica i terapèutica Jeroni Moragas de Barcelona. Les visites mèdiques i els enregistraments s'han realitzat al Laboratori d'Anàlisi del Moviment de la Facultat de Ciències de la Salut Blanquerna (FCS). Els participants han fet les sessions del programa d'AF basat en la dansa, les quals s'han dut a terme en dos llocs. El grup de persones sense la SD a la Facultat de Psicologia, Ciències de l'Educació i Ciències de l'Esport Blanquerna (FPCEE), i el grup de persones amb la SD a l'escola pedagògica i terapèutica Jeroni Moragas de Barcelona.

D'una banda, el projecte té com a objectius validar un instrument per avaluar les característiques podals de persones amb la SD i, d'altra banda, analitzar els paràmetres de control motor i grau de contracció de les respostes musculars, mitjançant l'electromiografia de superfície i el control de l'equilibri postural en relació amb l'oscil·lació del centre de massa corporal i la base de sustentació amb una plataforma de forces, així com la valoració d'aquests paràmetres després de l'aplicació d'un programa d'exercicis basat en la dansa.

La tesi doctoral es presenta amb un format de compilació de cinc articles publicats a revistes nacionals i internacionals indexades en diverses bases de dades. Aquests articles presenten la validació d'un programari com a instrument de mesura i l'anàlisi de l'equilibri en posició de bipedestació estàtica en adults joves amb la SD. Posteriorment, els articles mostren l'aplicació de l'instrument abans i després que els subjectes hagin participat en un programa d'AF basat en exercicis de dansa.

La primera publicació és la validació i fiabilització del programa Photoshop CS5 com a instrument de mesura, a partir d'un estàndard d'or en una població general. L'anàlisi de les empremtes plantars es du a terme a partir del referent d'or que està format per uns índexs podomètrics amb els quals podem mesurar i classificar les tipologies podals. La segona publicació és la validació i fiabilització del programa Photoshop CS5 en una població amb la SD.

La tercera publicació és un estudi comparatiu de les empremtes plantars entre subjectes amb la SD i sense. L'objectiu és analitzar-les, mesurar-les i classificar-les mitjançant els índexs podomètrics basats en l'estàndard d'or en les persones amb la SD i en la població general.

En el quart estudi vam analitzar els aspectes descriptius de les variables que avaluen l'equilibri dels subjectes de la mostra. Es van determinar dos grups d'individus, un grup amb la SD i un grup sense la SD, i es va fer una avaluació prèvia a la intervenció. S'han avaluat els següents paràmetres de control de l'equilibri: el rang de moviment en sentit anterior-posterior (AP) i medial-lateral (ML), l'àrea d'oscil·lació i el desplaçament màxim en la posició dempeus estàtica de les poblacions mostrejades. Els altres paràmetres que s'analitzen són la

freqüència d'oscil·lació AP i ML. També s'han comparat les diferències entre grups i segons la condició visual d'ulls oberts (UO) i ulls tancats (UT).

La cinquena publicació se situa després de la intervenció de l'AF basada en exercicis de dansa i consisteix a avaluar els possibles canvis en els paràmetres d'equilibri després d'haver aplicat el programa en els dos grups amb la SD i sense. L'aplicació del programa té en compte el marc curricular dels centres educatius Jeroni Moragas i de la FPCEE. Aquest té una durada de 18 setmanes durant sis mesos del curs acadèmic, amb una freqüència de dos cops per setmana i una hora i mitja de durada cada sessió.

CAPÍTOL

2

FONAMENTACIÓ TEÒRICA

2. FONAMENTACIÓ TEÒRICA

2.1. Discapacitat intel·lectual

2.1.1. Definició

La definició de discapacitat més coneguda i acceptada és la de l'Organització Mundial de la Salut (OMS) del 2001, que entén la discapacitat com un fenomen multidimensional que és resultat de la interacció de les persones amb el seu entorn físic i social. Es un enfocament biopsicosocial en què la interacció de les característiques de la salut i dels factors contextuals és la que produeix la discapacitat. Es determinen quatre grups de persones amb discapacitat: la discapacitat física o motriu, la discapacitat auditiva, la discapacitat visual i la DI i del desenvolupament, que també inclou els trastorns de l'espectre autista (Giné & Font, 2012).

Allarg de la història hi ha hagut diverses maneres de denominar les persones afectades per alguna discapacitat o per la conseqüència d'aquesta discapacitat, com per exemple els termes *invàlid*, *subnormal*, *anormal*, *disminuït*, *incapacitat*, *minusvàlid*, *deficient* i d'altres que s'han emprat amb major o menor acceptació segons el moment i en certs àmbits científics i en la literatura. Fins al segle XIX la DI no va tenir una conceptualització clarament diferenciada d'altres patologies. Jean-Étienne-Dominique Esquirol el 1818, en la seva obra *Enfermedades Mentales: Tratado de la Locura*, planteja per primera vegada la definició d'*idiota*, i la diferencia de la demència i de la confusió mental. Idiota és aquell individu que es caracteritza per un dèficit intel·lectual constatable, d'origen orgànic i incurable, en el qual la intel·ligència mai ha arribat a desenvolupar-se i es tracta d'una agenèsia intel·lectual (Esquirol, 1818).

El 1954 l'OMS proposa utilitzar el terme *subnormalitat mental* per a la DI en general, i diferencia dos subgrups específics: deficiència mental i retard mental (RM). La deficiència mental són aquells casos de subnormalitat mental biològicament determinats, i el RM, aquells casos de subnormalitat mental socialment discriminats. El 1969, el Comitè d'Experts en Rehabilitació Mèdica de l'OMS va emetre un nou informe en què s'introduïa el terme *discapacitat*. Discapacitada és la persona que té el benestar físic i/o mental temporalment

alterat, bé sigui per causes congènites o bé per causes adquirides durant la vida per malaltia o accident, de manera que la seva independència, escolaritat o feina es veuen impeditos. Per tant, el terme *RM* ha sofert variacions al llarg de la història. En l'actualitat són acceptats en l'àmbit científic i professional les denominacions “persona amb disminució psíquica”, “minusvàlid psíquic”, o “persona amb discapacitat intel·lectual” (DI). Aquests termes es fan servir per referir-se a un grup de població específica amb RM o DI, que són els que apareixen més freqüentment en el context científic (Bofill, 2008).

La definició de RM proposada per l'Associació Americana de la Discapacitat Intel·lectual i del Desenvolupament (American Association on Intellectual and Developmental Disabilities, AAIDD) el 2010 planteja que el RM és una discapacitat caracteritzada per limitacions significatives tant en el funcionament intel·lectual com en la conducta adaptativa expressada tal com s'ha manifestat en habilitats pràctiques, socials i conceptuals. Aquesta discapacitat s'origina abans dels 18 anys. Aquesta definició conté, més o menys com les anteriors, la definició de l'Associació Americana de Retard Mental (American Association of Mental Retardation, AAMR) de l'any 1992, que inclou tres elements: (1) limitacions significatives en el funcionament intel·lectual que (2) es donen al mateix temps i estan relacionades amb limitacions significatives en la conducta adaptativa, i (3) es manifesta durant el període de desenvolupament. Per a l'aplicació d'aquesta definició és important tenir en compte les cinc assumpcions següents (Schalock et al., 2010):

- Assumpció 1. Les limitacions en el funcionament actual s'han de considerar dins del context dels entorns comunitaris típics dels companys de la mateixa edat i de la cultura de l'individu.
- Assumpció 2. Una avaluació vàlida ha de considerar la diversitat lingüística i cultural, i les diferències en els factors de comunicació, sensorials, motrius i de conducta.
- Assumpció 3. Dins d'un mateix individu, les limitacions sovint es donen juntament amb punts positius.
- Assumpció 4. Un objectiu important a l'hora de descriure les limitacions és desenvolupar un perfil de suports necessaris.

- Assumpció 5. Generalment, el funcionament de vida de les persones amb RM millorarà si se li proporcionen els suports personalitzats adients durant un període de temps continuat.

2.1.2. Model teòric

L'AAMR en relació amb la definició del RM proposa un model teòric multidimensional que es va produir l'any 1992. Aquest model planteja quatre dimensions diferents d'avaluació (Luckansson et al., 2002):

- Dimensió I: Funcionament intel·lectual i habilitats adaptatives.
- Dimensió II: Consideracions psicològiques i emocionals.
- Dimensió III: Consideracions físiques, de salut i etiològiques.
- Dimensió IV: Consideracions ambientals.

L'AAIDD en relació amb la definició del RM presenta un model teòric per indicar les relacions entre el funcionament de l'individu, els suports i les cinc dimensions que abasten l'enfocament multidimensional del RM. Aquestes dimensions són força semblants a les que es van produir l'any 1992, tot i que es poden observar algunes variacions. L'AAIDD en el manual de l'any 2002 proposa un nou sistema amb les cinc dimensions següents (Luckansson et al., 2002):

- Dimensió I: Habilitats intel·lectuals.
- Dimensió II: Conducta adaptativa (conceptual, social i pràctica).
- Dimensió III: Participació, interaccions i rols socials.
- Dimensió IV: Salut (salut física, salut mental i etiologia).
- Dimensió V: Context (ambients i cultura).

Les cinc dimensions proposades abasten aspectes diferents de la persona i de l'ambient amb la intenció de millorar els nivells de suport a la persona que permetin un millor funcionament individual (vegeu figura 1).

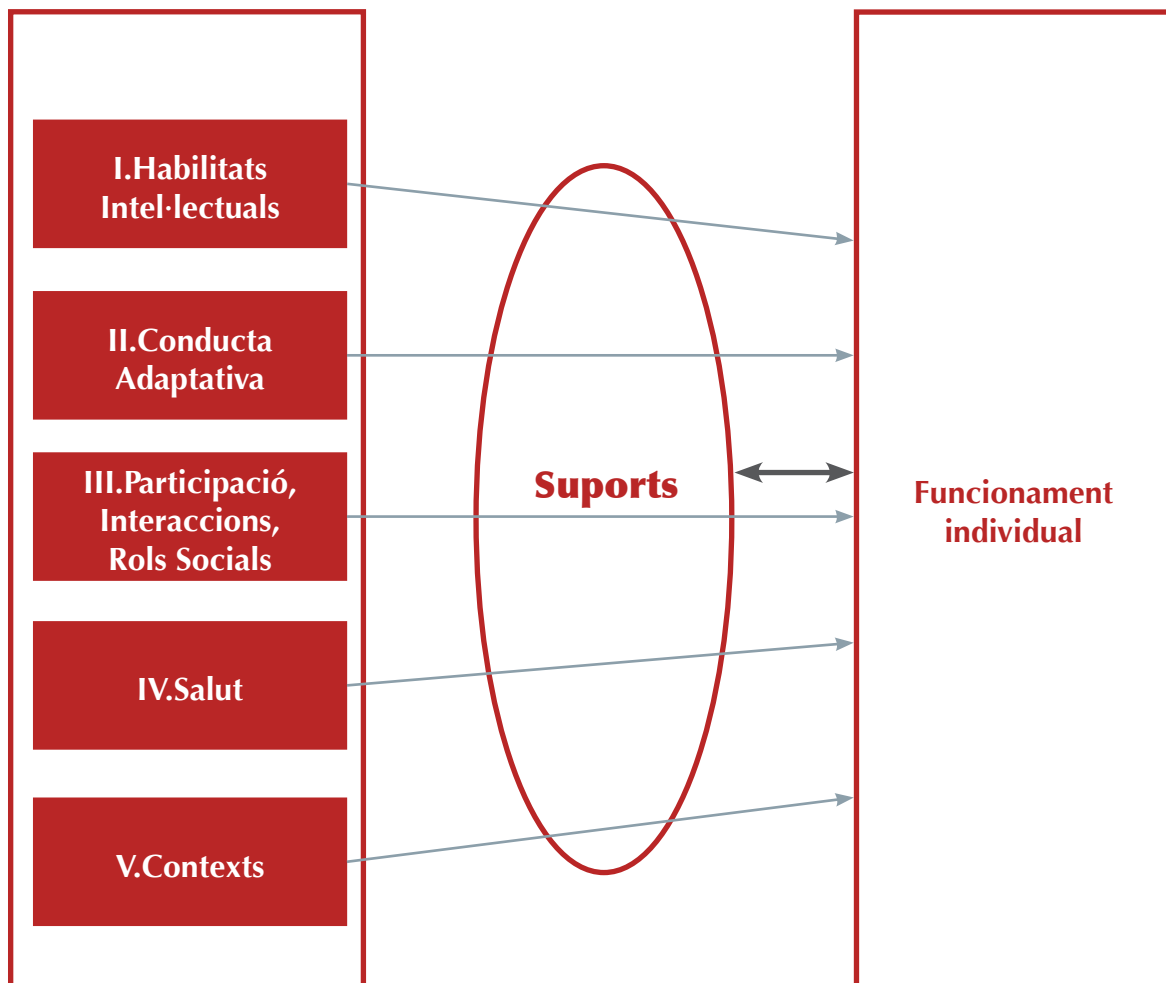


Figura 1. Marc conceptual del funcionament humà

Font: Adaptada de Luckansson et al. (2002)

2.1.3. Marc per al diagnòstic

L'avaluació que proposa el sistema de l'any 2002 té tres funcions principals: diagnòstic, classificació i planificació dels suports. Cadascuna té els seus objectius, mesures i instruments, i consideracions per a l'avaluació. S'anomena "Marc per a l'avaluació" i ha de tenir les consideracions que es presenten a la taula 1 (Font, 2004):

Taula 1:

Marc per a l'avaluació del retard mental i el funcionament de l'individu

FUNCIÓ	OBJECTIUS	MESURES I INSTRUMENTS	CONSIDERACIONS PER A L'AVALUACIÓ
Diagnòstic	Establir l'elegibilitat: - Serveis - Beneficis - Proteccions legals	- Test d'intel·ligència - Escales de conducta adaptativa - Edat d'inici	- Aparellament entre mesures i objectius - Característiques psicomètriques de les mesures seleccionades - Adequat a la persona (grup d'edat, grup cultural, llengua materna, mitjans de comunicació, sexe, limitacions sensorio-motrius) - Qualificació de l'examinador - Característiques de l'examinada i esbiaix potencial
Classificació	Agrupament per: - Rebre fons o serveis de reemborçament - Recerca - Serveis - Comunicació sobre característiques seleccionades	- Escales d'intensitat de suports - Nivells de coeficient intel·lectual - Categories d'educació especial - Avaluacions ambientals - Sistemes de factors de risc etiològics - Nivells de conducta adaptativa - Mesures de salut mental - Nivells de fons - Categories de beneficis	- Consistència amb els estàndards i pràctiques professionals - Selecció dels informants - Contextos i entorns rellevants - Rols socials, participació, interaccions - Oportunitats d'experiències - Història clínica i social - Factors físics i mentals - La conducta en la situació d'avaluació - Objectius personals - Informació de l'equip
Planificació dels suports	Augmentar els resultats personals: - Independència - Relacions - Contribucions - Participació escolar i comunitària - Benestar personal	- Instruments de planificació centrats en la persona - Autoavaluació - Avaluació de les mesures de les condicions de vida objectives - Escales d'intensitat dels suports - Elements exigits en els plans individuals, Projecte Educatiu Individual	

Nota. Font: Adaptada de Font (2004)

El diagnòstic del RM es porta a terme d'acord amb els criteris comentats anteriorment: nivell intel·lectual, conducta adaptativa i edat d'inici. Cal fer l'avaluació de la intel·ligència i l'avaluació de la conducta adaptativa d'acord amb els supòsits descrits per l'AAMR en la desena edició del manual del 2002. L'AAMR en el manual del 2002 va adoptar quatre categories de RM basades en el coeficient intel·lectual (CI) (Luckansson et al., 2002):

- Lleu o mig: és lent però educable, 50-70%.
- Moderat: es pot entrenar, 35-55% (on es troba majoritàriament la SD).
- Sever: 25-40%.
- Profund: <25%.

Un dels criteris diagnòstics del RM és quan hi ha un funcionament intel·lectual significativament per sota de la mitjana, constituït per un baix CI i dèficits adaptatius. El manual diagnòstic i estadístic dels trastorns mentals (*Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders, DSM*) de l'Associació Americana de Psiquiatria (American Psychiatric Association, APA) conté una classificació dels trastorns mentals i proporciona descripcions de les categories diagnòstiques, amb la finalitat que els terapeutes clínics i investigadors en ciències de la salut puguin diagnosticar i tractar els diferents trastorns mentals d'inici en la infància i l'adolescència. L'edició vigent del DSM sobre els trastorns mentals és la cinquena (DSM-V) i va ser publicada el gener del 2014. El DSM-V-TR classifica la gravetat del RM basant-se en uns criteris diagnòstics que es presenten a la taula 2 (American Psychiatric Association, 2014a, 2014b):

- Capacitat intel·lectual significativament inferior a la mitjana del CI, a 70 o aproximadament a 70 o inferior a un test de CI administrat individualment (en el cas de nens petits, un judici clínic de CI significativament inferior a la mitjana).
- Dèficits o alteracions recurrents de l'activació actual (l'eficàcia de la persona per satisfer les exigències plantejades per a la seva edat i per al seu grup cultural) en almenys dues de les àrees següents: comunicació, atenció personal, lleure, habilitats socials/interpersonals, treball, utilització de recursos comunitaris, salut i seguretat.
- L'inici és anterior als 18 anys.

2.1.4. Sistemes de classificació

El manual del 2002 manté el sistema actual de classificació basat en els suports, encara que proposa l'ús d'un sistema de classificació múltiple. Altres sistemes que es complementen són: la classificació internacional de la discapacitat (International Classification of Diseases, ICD-10), la classificació internacional del funcionament de la discapacitat i de la salut (Classification International Functioning, Disability and Health, ICF), i el DSM (American Psychiatric Association, 2014b; World Health Organization, 2002, 2015).

L'ICD és una eina de diagnòstic estàndard per a l'epidemiologia, la gestió de la salut i per a finalitats clíniques. Aquest inclou l'anàlisi de la situació de salut general dels grups de població. S'utilitza per controlar la incidència i prevalença de les malalties i altres problemes de salut, el que ens mostra un quadre de la situació general de salut dels països i poblacions. L'ICD-10 fou aprovat per la 43a Assemblea de la Salut, el maig del 1990, i es va utilitzar en els estats membres de l'OMS a partir del 1994. En l'actualitat l'ICD es troba en procés de revisió i la data de llançament de l'ICD-11 és el 2017. L'OMS recomana l'ús de l'ICD-10, que classifica les malalties i problemes relacionats amb la salut, també els trastorns mentals i del comportament, i utilitza codis per a la classificació del RM. Se centra essencialment en les puntuacions del CI i l'avaluació de la conducta adaptativa és opcional. Existeixen dificultats conceptuals en la definició de la intel·ligència, sobretot quan es tracta de mesurar el CI. Aquest no és només un índex numèric que pretén expressar el nivell intel·lectual d'una persona o d'un grup, i no s'ha de confondre amb el concepte d'intel·ligència en si mateix. El CI relaciona l'edat cronològica (EC) amb l'edat mental (EM), o el grau d'intel·ligència de l'individu en relació amb la seva edat cronològica, i proporciona un índex del desenvolupament intel·lectual de l'individu comparat amb la resta de persones de la seva mateixa edat. Aquest índex es calcula segons la fórmula: $CI=(EM/EC)*100$ (World Health Organization, 2015).

Per a la seva estimació, s'utilitzen una sèrie d'instruments o escales d'intel·ligència, les més utilitzades i disponibles són les següents (Font, 2004):

- Escala d'intel·ligència Weschler per a nens - IV (WAIS IV).
- Escala d'intel·ligència Weschler per a adults - IV (WAIS IV).

- Stanford-Binet- IV.
- Sistema d'avaluació cognitiva de Naglieri i Das.
- Bateria d'avaluació Kaufman per a nens.
- Es pot considerar, a més, la següent prova per a situacions especials (Escala Bayley de Desenvolupament Infantil, Leiter-R).

La llista de les escales que avaluen la conducta adaptativa amb l'actual conceptualització de la conducta adaptativa i del RM són (Font, 2004):

- Vineland Adaptive Behavior Scale.
- AAMR Adaptive Behavior Scales (ABS).
- Scales of Independent Behavior.
- Comprehensive Test of Adaptive Behavior – Revised.
- Adaptive Behavior Assessment System (ABAS).

L'ICD no és un manual de diagnòstic, sinó que és un sistema per assignar codis estadístics per identificar condicions de salut. El codi F70-F79 està basat en la gravetat corresponent al nivell d'afectació individual i els criteris diagnòstics del RM són els següents (American Psychiatric Association, 2014a, 2014b; World Health Organization, 2015):

- F70.9 RM lleu 317: CI entre 55 i aproximadament 70.
- F71.9 RM moderat: CI entre 35-40 i 50-55.
- F72.9 RM greu 318.1: CI entre 20-25 i 35-40.
- F73.9 RM profund 318.2: CI inferior a 20-25.
- F79.9 RM de gravetat no especificada quan hi ha una clara presumpció de retard mental, però la intel·ligència del subjecte no pot ser avaluada mitjançant els tests habituals.

L'ICF és una classificació de la salut i de dominis relacionats amb la salut. És un complement de l'ICD-10, ja que representa una classificació de les condicions de salut, malalties i trastorns (vegeu figura 2). Integra la perspectiva mèdica, social i ambiental, i entén el funcionament com un procés d'interacció de la persona i el seu entorn. L'ICF fou aprovat oficialment pels estats membres de l'OMS en la 54a Assemblea Mundial de la Salut, el 22 de

maig del 2001 (resolució WHA 54.21), com l'estàndard internacional per descriure i mesurar la salut i la discapacitat. Des del 2001, l'ICF ha estat demostrant una visió més àmplia, més moderna dels conceptes de salut i discapacitat, a través del reconeixement que cada ésser humà pot experimentar algun grau de discapacitat durant la seva vida a través d'un canvi en la salut o en el medi ambient. La discapacitat és una experiència humana universal, a vegades permanent, a vegades transitòria. El funcionament es conceptualitza a partir de tres dimensions que representen les perspectives del cos, de l'individu i de la societat (World Health Organization, 2002).

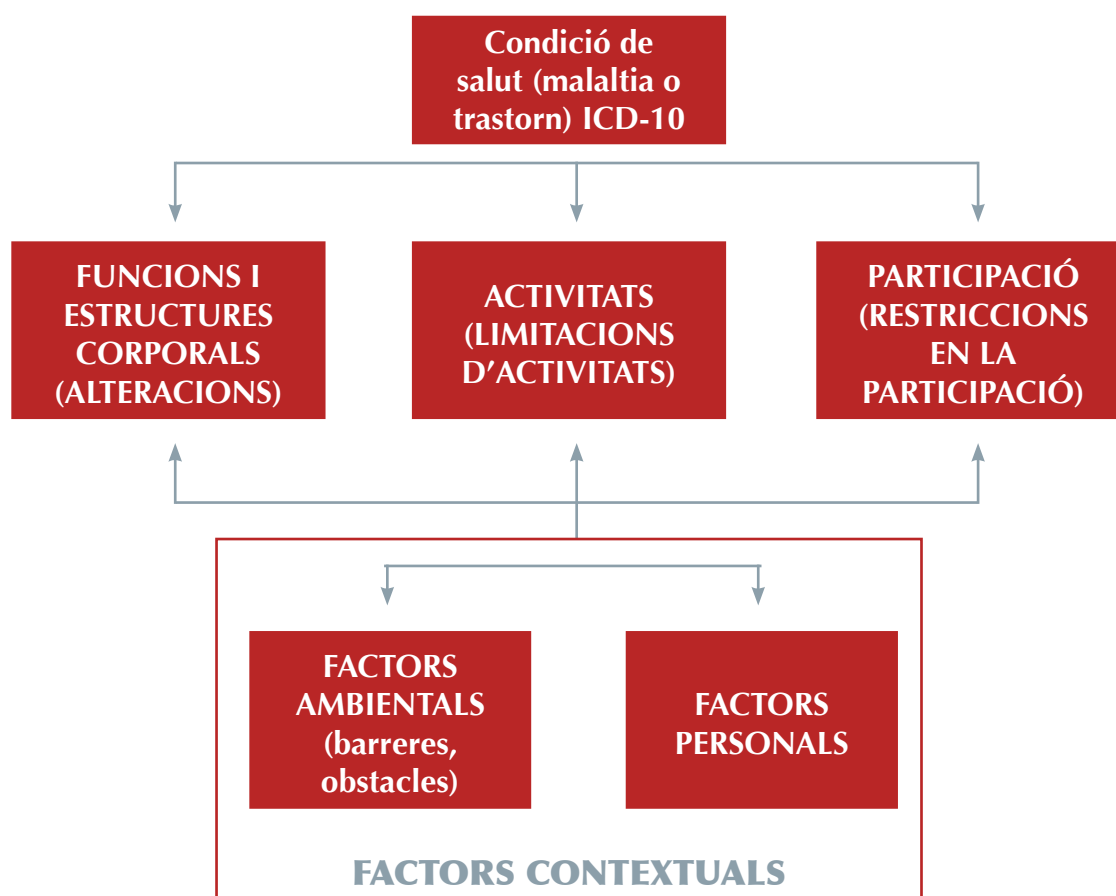


Figura 2. Classificació de les condicions de salut, malalties i trastorns segons la Classificació Internacional del Funcionament de la Discapacitat i de la Salut (ICF)

Font: Organització Mundial de la Salut (OMS, 2002)

El DSM-V és un sistema que integra cinc dominis d'informació sobre l'individu: trastorns clínics mentals; trastorns de la personalitat i el RM; informa de les condicions mèdiques generals; descriu els problemes psicològics i ambientals que poden influir en el diagnòstic i el tractament de la persona, i aporta un judici de nivell global de funcionament de l'individu. La diferència més clara entre el DSM-V i el sistema de l'AAMR és la classificació per nivell de CI: lleuger, moderat, greu i profund (Novell, Rueda, & Salvador, 2004).

Taula 2:

Classificació del retard mental segons les classificacions de l'Associació Americana de Psiquiatria (DSM-V) i l'Organització Mundial de la Salut (ICD-10)

DSM-V		ICD-10	
1.RM lleuger	CI de 50-55 a 70	1.RM lleuger (Codi F70)	CI entre 50-69
85 % de la població amb retard mental			
2.RM moderat	CI entre 35-40 i 50-55	2.RM moderat (F71)	CI entre 35-49
10 % de la població amb retard mental			
3.RM greu	CI de 20-25 a 35-40	3.RM greu (F72)	CI entre 20-34
3-4 % de la població amb retard mental			
4.RM profund	CI per sota de 20-25	4.RM profund (F73)	CI inferior a 20
1-2 % de la població amb retard mental			
5.RM no especificat	Hi ha una forta sospita de retard mental però no pot ser detectat a través de les proves d'intel·ligència convencionals (p.ex., a causa d'un deteriorament important)	5.Altre RM (F78)	L'avaluació del grau de RM és difícil o impossible d'establir a causa de dèficits sensorials o físics, trastorns greus del comportament o incapacitat física
		6.RM sense especificació (F79)	Evidència de RM però sense informació suficient com per assignar el subjecte a una de les categories anteriors

Nota. Font: Associació Americana de Psiquiatria (APA, 2014) i Organització Mundial de la Salut (OMS, 2002)

El govern d'Espanya en el *Boletín Oficial del Estado* (BOE), número 22 (RDL 1971/1999, de 23 de desembre), classifica en cinc graus les discapacitats física, intel·lectual i/o sensorial i ho fa de la manera següent (Espanya, 2000):

- Classe I: Discapacitat nul·la (0%).
- Classe II: Discapacitat lleu (1-29%).
- Classe III: Discapacitat moderada (30-59%).
- Classe IV: Discapacitat greu (60-74%).
- Classe V: Discapacitat molt greu (75%).

Al capítol 15 del RM s'estableixen les normes generals per a la valoració de les discapacitats derivades del RM, definit com a capacitat intel·lectual general significativament inferior a la mitjana que s'acompanya de limitacions de la capacitat adaptativa referides a la manera com afronten els subjectes les activitats de la vida diària i com aconsegueixen les normes d'autonomia personal que s'esperen en el seu grup d'edat, origen sociocultural i situació comunitària. Aquesta classificació inclou elements com ara la capacitat d'adaptar-se a diferents ambients de la vida diària (professionals, culturals, familiars o socials) i el CI, entre d'altres.

- CI límit = 70-80
- RM lleu = 51-69
- RM moderat = 35-50
- RM greu i/o profund = 34 a 20

El Departament de Benestar Social i Família de la Generalitat de Catalunya fa la valoració de la discapacitat expressada en percentatge i es realitza mitjançant l'aplicació del Reial decret 1971/199, de 23 de desembre, de procediment per al reconeixement, declaració i qualificació del grau de discapacitat. Són objecte de valoració les discapacitats físiques, psíquiques, sensorials i de la comunicació i la parla que presenta la persona, així com els factors socials complementaris relatius a l'entorn familiar, situació laboral, educativa i cultural que puguin dificultar la integració social. Pel que fa als graus de discapacitat, amb caràcter general, s'estableixen cinc categories o classes ordenades de

discapacitat de menor a major percentatge, segons la importància de la deficiència i el grau de discapacitat que origina (Departament de Benestar Social i Família. Generalitat de Catalunya, 2015):

- Grau 1: Discapacitat nul·la: Els símptomes, signes i seqüeles són mínims i no justifiquen la disminució de la capacitat de la persona per realitzar les activitats de la vida diària.
- Grau 2: Discapacitat lleu: Els símptomes, signes i seqüeles justifiquen algunes dificultats per dur a terme les activitats de la vida diària però són compatibles amb la pràctica totalitat d'aquestes activitats.
- Grau 3: Discapacitat moderada: Els símptomes, signes i seqüeles causen una disminució important o impossibilitat de la capacitat de la persona per fer les activitats de la vida diària, i és independent en les activitats d'autocura.
- Grau 4: Discapacitat greu: Els símptomes, signes i seqüeles causen una disminució important o impossibilitat de la capacitat de la persona per portar a terme la majoria de les activitats de la vida diària i poden estar afectades algunes de les activitats d'autocura.
- Grau 5: Discapacitat molt greu: Els símptomes, signes i seqüeles impossibiliten la realització de les activitats de la vida diària.

Els graus de discapacitat constitueixen patrons de referència per a l'assignació de percentatges de discapacitat. Aquests percentatges es determinen d'acord amb els criteris i classes que s'especifiquen en la normativa per a cadascuna de les deficiències. Amb caràcter general, s'estableixen cinc classes:

- Classe I: Inclou les deficiències permanents que, tractades adequadament, no produeixen discapacitat. La qualificació d'aquesta classe és 0%.
- Classe II: Inclou les deficiències permanents que originen una discapacitat lleu. A aquesta classe correspon un percentatge comprès entre l'1% i el 24%.
- Classe III: Deficiències permanents que originen una discapacitat moderada. A aquesta classe correspon un percentatge comprès entre el 25% i el 49%.

- Classe IV: Deficiències permanents que produeixen una discapacitat greu. A aquesta classe correspon un percentatge comprès entre el 50% i el 74%.
- Classe V: Inclou les deficiències permanents severes que originen una discapacitat molt greu. A aquesta categoria se li assigna un percentatge del 75%.

Per acreditar la condició de discapacitat, cal tenir present que s'entén acreditada la condició legal de persones amb discapacitat quan aquesta arriba a un percentatge igual o superior al 33% de discapacitat, segons les taules de valoració recollides al Reial decret 1971/1999, de 23 de desembre, de procediment per al reconeixement, declaració i qualificació del grau de discapacitat. Així mateix, el Reial decret legislatiu 1/2013, de 29 de novembre, pel qual s'aprova el text refós de la Llei general de drets de les persones amb discapacitat i la seva inclusió social, estableix que es consideren persones amb discapacitat igual al 33%, a tots els efectes, les persones que tinguin reconeguda una pensió d'invalidesa permanent total, absoluta i gran invalidesa de l'Institut Nacional de la Seguretat Social i els pensionistes de classes passives que tinguin reconeguda una pensió de jubilació o de retir per incapacitat permanent per al servei o inutilitat.

L'etiologia per al diagnòstic i classificació del RM és un constructe format per quatre categories de factors de risc: biomèdics, socials, conductuals i educatius. L'enfocament es dona pel tipus de factors i el moment en què apareixen aquests factors. A l'hora de fer el diagnòstic etiològic, cal tenir en compte la història mèdica, l'avaluació psicològica i l'examen físic i neurològic de la taula 3 (Font, 2004).

Taula 3:

Model multifactorial de les categories en funció del factor de risc

MOMENT	BIOMÈDICS	SOCIALS	CONDUCTUALS	EDUCATIUS
Prenatals	1.Trastorns cromosòmics	1.Pobresa	1.Ús de drogues per part dels pares	1.Discapacitat cognitiva dels pares sense suport
	2.Trastorns d'un sol gen	2.Malnutrició materna	2.Ús d'alcohol pels pares	2.Manca de prevenció de fer de pares
	3.Síndromes	3.Violència domèstica	3.Fumar	
	4.Trastorns metabòlics	4.Manca d'accès a l'atenció prenatal	4.Inmaduresa dels pares	
	5.Disfunció cerebral			
	6.Malatia interna			
	7.Edat dels pares			
Perinatals	1.Prematuritat	1.Manca d'accès a l'atenció en el naixement	1.Rebuig dels pares a rebre ajuda	1.Manca de derivació mèdica per serveis d'intervenció
	2.Lesió al neixement		2.Abandó del nen per part dels pares	
	3.Trastorn neonatal			
Postnatals	1.Lesió cerebral traumàtica	1.Alteracions en la cura del nen	1.Abús i abandonament del nen	1.Pares alterats
	2.Malformació	2.Manca d'estimulació adequada	2.Violència domèstica	2.Retard en el diagnòstic
	3.Meningitis	3.Pobresa familiar	3.Mesures de seguretat inadequades	3.Serveis d'interacció primerenca inadequats
	4.Atacs epilèptics	4.Malaltia crònica de la família	4.Deprivació social	4.Serveis educatius especials inadequats
	5.Trastorns degeneratius	5.Institucionalització	5.Conductes difícils del nen	5.Suport familiar inadequat

Nota. Font: Adaptada de Font (2004)

2.1.5. Planificació dels suports

Els suports es defineixen com a recursos i estratègies que tenen com a objectiu promoure el desenvolupament, l'educació, els interessos i el benestar d'una persona, i que milloren el funcionament individual. Els serveis són tipus de suports que proporcionen els professionals i les institucions. El model de suports reflecteix la comprensió i l'ús actual dels suports amb les persones que presenten RM. El model (figura 3) inclou les característiques següents (Font, 2004; Giné, 2006):

- Es basa en un enfocament ecològic de la comprensió de la conducta que depèn d'avaluar la discrepància entre les capacitats i habilitats d'una persona i les competències i habilitats adaptatives que s'exigeixen per funcionar en un entorn determinat.
- El risc peculiar i els factors protectors de la salut física i fisiològica, l'entorn i les seves demandes, i les discapacitats relacionades poden influir en els suports que milloren el funcionament individual.
- Les discrepàncies entre les habilitats i les exigències s'avaluen en termes de nou àrees de suport potencial: desenvolupament humà, ensenyament i educació, vida a la llar, vida comunitària, treball, salut i seguretat, conductual, social i de protecció, i defensa.
- La intensitat dels suports es determinen per a cada una d'aquestes nou àrees de suport.
- Els suports tenen diverses funcions que actuen per disminuir la discrepància entre la persona i les exigències del seu entorn. Les funcions són ensenyament, amistat, planificació econòmica, ajuda al treballador, suport conductual, ajuda a la llar, accés i ús comunitari, i ajuda sanitària.
- Les fonts poden ser naturals o d'acord amb els serveis que proporcionen les institucions i/o els professionals.
- Els resultats personals desitjats amb l'ús dels suports inclouen la millora de la independència, les relacions, les contribucions, la participació escolar i comunitària, i el benestar personal.

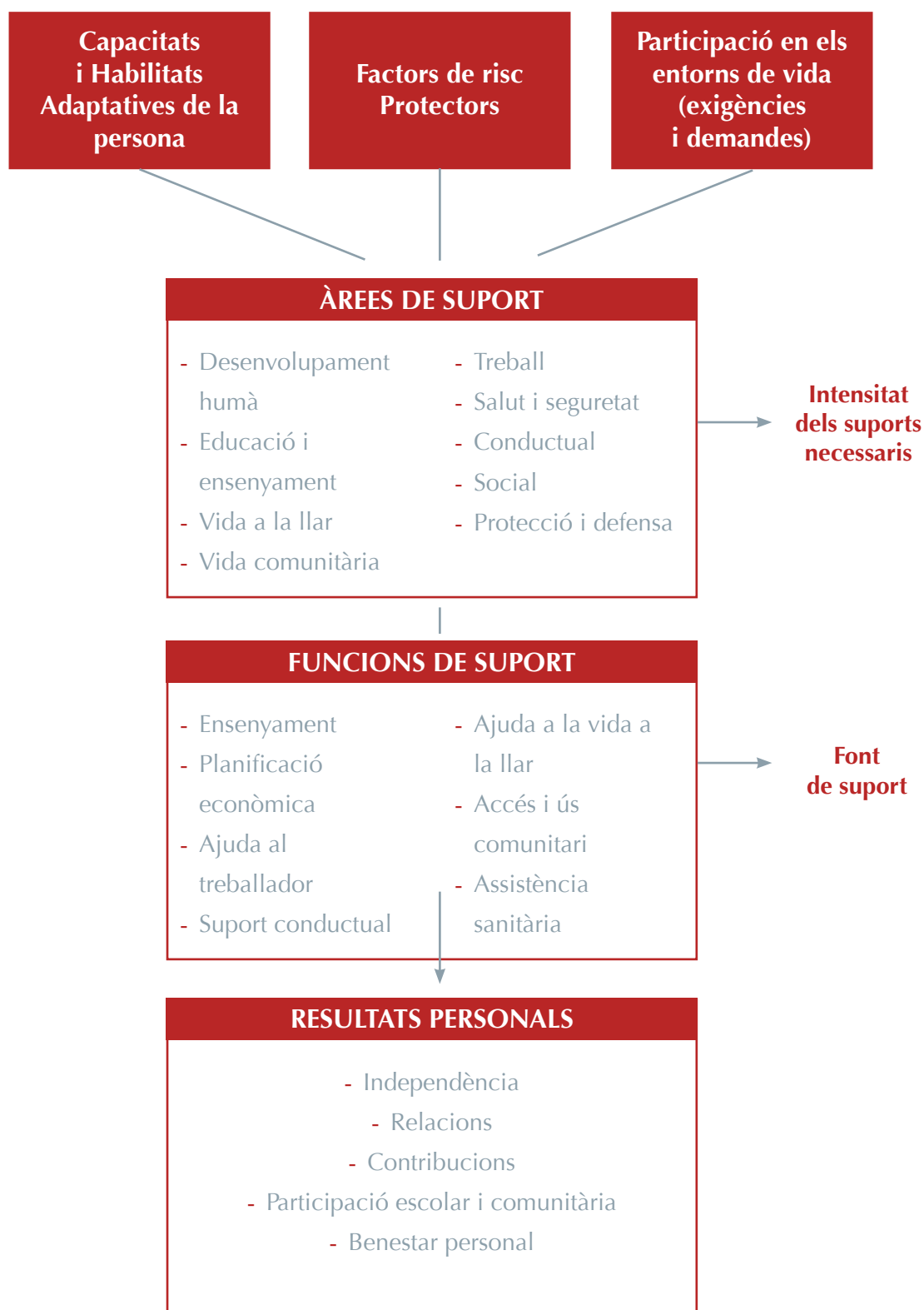


Figura 3. Model actual de suports

Font: Adaptada de Font (2004)

La classificació per intensitat de suports és el sistema proposat per l'AAMR l'any 2002. Es basa en la intensitat dels suports que una persona necessita: intermitent, limitat, extens i generalitzat. La definició del RM enllaça directament amb el concepte de qualitat de vida i es basa en l'avaluació de l'individu i en l'ambient per determinar les seves necessitats educatives especials. Per això no sols es classificarà els subjectes en virtut del seu CI, sinó que es determinarà el tipus i la intensitat dels suports que necessiten. D'aquesta manera en comptes d'establir un sistema de classificació basat en els nivells d'intel·ligència del subjecte lleuger, moderat, greu i profund, es proposa un sistema de classificació basat en la intensitat dels suports que requereixen les persones amb RM (Font, 2004; Giné, 2006).

2.2. Síndrome de Down

2.2.1. Perfil sociodemogràfic a Espanya i a Catalunya

La SD és la principal causa de DI i l'alteració genètica humana més comuna. L'OMS fa una estimació global de la incidència de la SD d'entre 1/1.000 a 1/1.100 nascuts vius en tot el món. Cada any, aproximadament de 3.000 a 5.000 nens neixen amb aquest trastorn cromosòmic (Weijerman & de Winter, 2010).

L'informe anual del 2011 sobre la Vigilància Epidemiològica de les Anomalies Congènites a Espanya inclou les dades enregistrades per l'Estudi Col·laboratiu Espanyol de Malformacions Congènites (Estudio Colaborativo Español de Malformaciones Congenitas, ECEMC) des del període del 1980 fins al 2010. L'informe d'investigació és sobre les causes per les quals es produeixen els defectes i les malformacions congènites que s'observen en els nens recent nascuts i es recull informació en relació amb el diagnòstic de la SD. Es comprova la progressiva disminució de la incidència en els períodes de temps: 1980-1985, 1986-2009 i 2010. Tal com mostra la taula 4 es constata una tendència lineal significativament decreixent (Bermejo-Sánchez, Cuevas, & Martínez-Frías, 2011).

Taula 4:

Nombre de recent nascuts amb la síndrome de Down a Espanya. Taxa per cada 10.000 nascuts en els períodes de temps: 1980-1985, 1986-2009, i 2010

PERÍODE	Nº	PER 10.000	LC 95%
1980-1985	565	14,78	(13,58-16,02)
1986-2009	2188	10,04	(9,63-10,47)
2010	63	7,23	(5,56-9,13)

Nota. Abreviatures: LC, límit de confiança

Font: Bermejo-Sánchez et al. (2011)

Segons l'ECEMC, pel que fa a la intensitat del descens de la incidència de la SD, la freqüència global disminueix a raó de 3,7 casos menys cada any per cada 100.000 naixements (0,37 per 10.000). No obstant això, dins del grup de l'edat materna igual o superior a 35 anys, el descens és molt més pronunciat, ja que cada any s'estan enregistrant 2,2 casos menys per cada 10.000 naixements (2,2 casos menys per cada 100.000). Això es deu a l'existència dels plans de diagnòstic prenatal específicament dirigits a la detecció de la SD i al fet que estan enfocats especialment als grups de major risc, o sigui a les mares de més edat. En relació amb la freqüència en les mares joves menors de 35 anys, s'ha identificat un lleu descens però que és significatiu estadísticament. Aquesta tendència és deguda a l'aplicació de nous marcadors ecogràfics en el diagnòstic prenatal de les mares. Per tant, la incidència augmenta en relació amb l'edat de la mare, especialment quan aquesta supera els 35 anys, ja que és un factor de risc demostrat tenir un fill amb la SD (Bermejo-Sánchez et al., 2011).

La Federació Espanyola de les Institucions Síndrome de Down (Federación Española de Instituciones Síndrome de Down, FEISD) és una organització inscrita en el Registre Nacional d'Associacions amb el numero F.1322 (sec. 2), que agrupa les institucions espanyoles que treballen per millorar la qualitat de vida de les persones amb la SD. El 2011 estava formada per 83 entitats. L'enquesta sobre discapacitats, deficiències i estat de salut que fou realitzada per l'Institut Nacional d'Estadística (Instituto Nacional de Estadística, INE) i recollida en el programa FEISD, estima que l'any 2014 vivien a Espanya un total de població de 34.351 persones amb la SD. En l'actualitat, per comunitats autònomes s'agrupen en federacions d'àmbit autonòmic i

estan associades dins de la Confederació Espanyola d'Organitzacions a favor de Persones amb Discapacitat Intel·lectual, (Confederación Española de Organizaciones en favor de Personas con Discapacidad Intelectual, FEAPS), recollides en l'informe de l'ECCEMC del 2011. Aquest informe determina una tendència lineal decreixent estadísticament significativa de les persones amb la SD a les comunitats autònomes de Catalunya, Castella-la Manxa, Castella i Lleó, Galícia i el País Basc (taula 5). Quant a l'evolució més recent de les freqüències dels defectes seleccionats, crida l'atenció l'ascens registrat el 2010 per la SD en el grup de mares de més de 35 anys, entre les quals es va observar una freqüència similar a l'enregistrada l'any 2000. Aquest ascens és fonamentalment atribuïble al fet que s'incrementa el nombre de casos a Andalusia, on el 86% dels enregistrats el 2011 eren fills de mares espanyoles (Bermejo-Sánchez et al., 2011).

Taula 5:

Prevalença per 10.000 nascuts amb la síndrome de Down per comunitats autònomes i tres períodes de temps: 1980-1985, 1986-2009 i 2010

PERÍODES	1980-1985	1986-2009	2010
Andalusia	15,37	12,07	14,67
Aragó	-	9,38	5,33
Principat d' Astúries	23,32	10,59	16,57
Illes Balears	4,47	9,86	0,00
Illes Canàries	12,85	8,71	12,43
Cantàbria	-	9,84	0,00
Castella-La Manxa	15,63	11,64	8,92*
Castella i Lleó	14,68	11,06	8,32*
Catalunya	16,55	7,68	2,97*
Comunitat Valenciana	10,63	6,45	6,16
Extremadura	15,13	9,46	7,79
Galícia	12,63	7,09	4,46*
La Rioja	12,55	7,40	0,00
Comunitat de Madrid	16,45	11,89	5,24
Regió de Múrcia	22,13	11,60	5,55
Comunitat Foral de Navarra	14,78	15,56	-
País Basc	13,60	8,25	0,00*
Andorra	-	0,00	-
Total	14,78	10,04	7,23*

Nota. *: Tendència lineal decreixent estadísticament significativa

Font: Bermejo-Sánchez et al. (2011)

S'han realitzat tres macroenquestes el 1986, el 1999 i el 2008: l'enquesta sobre discapacitat, deficiències i minusvalidesa (Encuesta de Discapacidad, Deficiencia y Minusvalia, EDDM, 1986); l'enquesta sobre discapacitat, deficiències i estat de salut (Encuesta de Discapacidad, Deficiencia y Estado de Salud, EDDS, 1999), i l'enquesta de discapacitat, autonomia personal i situacions de dependència (Encuesta de Discapacidad, Autonomia Personal y Situaciones de Dependencia, EDAD, 2008). L'EDAD és una operació estadística realitzada per l'INE, en col·laboració amb el Ministeri d'Educació, Política Social i de l'Esport (Ministerio de Educación, Política Social y Deporte), la Fundació ONCE (Fundación ONCE), el Comitè de les Entitats Representants de les Persones amb Discapacitat de les Comunitats Autònomes (Comité de Entidades Representantes de Personas con Discapacidad de las Comunidades Autónomas, CERMI) i FEAPS. L'enquesta es realitza en dues etapes: la primera etapa, l'EDAD-Habitatge dirigida a la llar familiar, que investiga 96.000 habitatges/260.000 persones, i la segona etapa, l'EDAD-Centres dirigida a centres amb persones amb discapacitats, que investiga 800 centres/11.000persones. La taula 6 permet conèixer l'estimació de la població espanyola amb la SD de 6 anys o més residents a les llars. Per completar aquestes dades, s'ha fet una estimació de menors amb la SD de 0 a 5 anys, calculada a partir de la taxa de naixements de nens amb la SD en els últims sis anys i les dades generals de població del padró municipal per a les edats corresponents. Aquestes dades confirmen que l'esperança de vida de les persones amb la SD està augmentant progressivament. Si el 1999 el 10,8% de la població superava els 45 anys, el 2008 trobem que hi ha un 13,6% que la supera. Una altra dada important sobre el perfil poblacional del col·lectiu és el nombre significativament més elevat d'homes (59%) enfront de les dones (41%). El nostre estudi inclou les franges d'edat de 16 a 20 i de 21 a 25 anys (Berzosa, 2013).

Taula 6:

Distribució de les persones amb la síndrome de Down per grup d'edat i sexe

GRUPS EDAT	HOMES	DONES	TOTAL
00 a 05	1.338	1.082	2.420
06 a 10	203	776	979
11 a 15	839	1.366	2.205
16 a 20	939	894	1.833
21 a 25	1.246	1.847	3.093
26 a 30	4.283	990	5.273
31 a 35	3.037	2.570	5.607
36 a 40	2.814	1.324	4.138
41 a 45	2.432	1.379	3.811
46 a 50	719	666	1.385
51 a 55	1.712	540	2.252
56 i més	470	499	969
Total	20.032	13.933	33.965

Nota. Font: Berzosa (2013)

2.2.2. Aspectes biomèdics generals

2.2.2.1. Aspectes mèdics i psicològics

El mateix John Langdon Down, quan va descriure el 1866 per primera vegada les característiques de la síndrome, va observar la seva “facilitat per l’humor imitatiu i la mímica” i va assenyalar que les persones amb SD tenien “aptituds musicals i obstinats”, atributs que s’han incorporat al conjunt de característiques comunes al voltant de la SD. La SD és clarament detectada en l’etapa prenatal o en el moment del mateix naixement, i ocupa un ampli espai dins del camp de les DI. La SD és una entitat que en l’actualitat constitueix la causa genètica més freqüent de les DI i les malformacions congènites. És el resultat d’una anomalia congènita per alteracions cromosòmiques; trisomia 21, translocació (translocació 15/21, translocació 21/21) i mosaïcisme (Flórez & Ruiz, 2006):

Trisomia simple. A prop del 95% dels casos de persones amb la SD presenten trisomia lliure o simple del parell 21, on pot trobar-se el cromosoma 21 addicional. Aquest fet significa que totes les cèl·lules de l’organisme posseeixen les tres còpies completes del

cromosoma 21. En dones de menys de 30 anys, el risc de tornar a tenir un fill amb la SD és del 0,5%; en les majors de 30 anys, el risc és el corresponent al grup d'edat.

Translocació. Al voltant del 3,5% dels casos amb la SD es deuen a la presència d'una translocació no equilibrada, generalment entre els cromosomes 14 i 21. És la translocació en el cromosoma extra 21 que s'ha trencat i s'ha adherit a un altre cromosoma. És molt freqüent que el fenotip de la persona amb la SD per translocació tingui característiques similars a les de la trisomia simple perquè el tros translocat sol correspondre a la porció més distal del cromosoma, on s'acumulen els gens que més contribueixen al fenotip propi de la SD (regió 21q22.2-q22.3). Quan el cariotip revela la presència de translocació és precís practicar cariotips als pares per conèixer qui d'ells és el portador de la translocació. Si ho és la mare, el risc de tenir un altre fill amb la SD és del 12%; si ho és el pare, el risc és del 1,2%.

Mosaïcisme. Apareix entre l'1-2% dels casos amb la SD. L'individu presenta dues línies cel·lulars en el seu organisme, una amb trisomia 21 completa i l'altra normal, i s'acostuma a deure a una no disjunció durant les primeres divisions cel·lulars postconcepció. La proporció en què aquestes dues línies es presenten varia molt d'un individu a un altre. Com més gran sigui la proporció de la línia normal, més gran és la probabilitat que l'individu presenti menys trets propis de la SD, que la DI sigui més lleu i que tingui menys complicacions mèdiques.

Els nuclis de les cèl·lules de l'organisme humà posseeixen 47 cromosomes en lloc de 46, i el cromosoma extra és al parell 21. Com a conseqüència, aquest desequilibri genètic ocasiona modificacions en el desenvolupament i funció dels òrgans i sistemes, tant a les etapes prenatales com a les postnatales. El sistema més comunament afectat és el sistema nerviós i per aquest motiu la persona amb la SD presenta graus variables de DI. La presència de tres cromosomes 21 és la causa dels principals problemes mèdics i els trets neonatals característics, així com de la limitació en el rendiment intel·lectual que s'observa en la majoria de persones amb la SD (taula 7). Les persones amb la SD es caracteritzen per una DI acompanyada d'unes característiques psicològiques i socioafectives molt peculiars, i uns trets físics i psicomotrius

característics. Quant a les característiques psicològiques són tenaços, tenen ganes d'aprendre i els fa feliç repetir determinades tasques fins que les aprenen. L'automatisme excessiu es visualitza quan aprenen per repetició i no es produeix interiorització i comprensió, i el seu dèficit d'atenció fa que es fatiguin. Des del punt de vista socioafectiu són molt amorosos de manera espontània i ho demostren amb abraçades i manyagues. Actuen amb simpatia, bon humor i són excessivament sociables (Flórez & Ruiz, 2006).

Taula 7:

Principals trets clínics en els recent nascuts i problemes mèdics en les persones amb la síndrome de Down

	FREQÜÈNCIA (%)
Trets neonatals	
Hipotonia	80
Disminució del reflex de Moro	85
Hiperlaxitud de les articulacions	80
Excés de pell a la nuca	80
Perfil pla de la cara	90
Inclinació de les fissures palpebrals	80
Anomalies en la forma del pavelló auricular	60
Displàsia del maluc	70
Displàsia de la falange mitja del dit menovell	60
Surc de simi en el palmell de la mà	45
Problemes mèdics	
Trastorns de l'audició	38-75
Otitis serosa de l'oïda mig	50-70
Alteracions oculars	4
Cataractes congènites	4
Cataractes adquirides	30-60
Cardiopaties congènites	44
Obstrucció respiratòria durant el son	31
Inestabilitat atlanto-axoïda	15
Disfunció tiroïda	15
Anomalies de l'aparell gastrointestinal	12
Anomalies dels malucs	8
Convulsions	5-10
Leucèmia	<1
Trastorns psiquiàtrics	22-38
Malaltia d'Alzheimer	35-40 anys

Nota. Font: Adaptada de Flórez & Ruiz (2006)

2.2.2.2. *Característiques morfològiques*

Els trets físics característics que presenten són (Latash, 2007; Pueschel, 2002):

- Fàcies mongoloides, excés de pell a la nuca, els orificis nasals aplatats, orelles petites i conducte auditiu estret.
- Macroglòssia i línies papil·lars amb disposició especial. La macroglòssia és un trastorn en què la llengua és més gran del que seria normal, en posició de repòs sobresurt més enllà de la boca. Generalment a causa d'un augment en la quantitat de teixit lingual i no per un creixement com en el cas d'un tumor.
- Braquicefàlia es dona quan el cap és un xic més curt del que seria normal, és a dir, més ample pels costats i més aplanat en la regió frontal i la nuca.
- L'estrabisme quasi sempre és convergent.
- El pavelló auricular és generalment petit i en algunes ocasions presenten malformació en el conducte auditiu i tenen otitis freqüents.
- Braquidactília: tenen els dits curts i el menovell més desplaçat cap a fora, un únic solc palmar i és freqüent que aparegui la sindactília o polidactília, que el primer i segon dit del peu estiguin excessivament separats.
- Pel que fa a l'aparell locomotor, se'ls associa a grans trets algunes deficiències anatòmiques com ara l'alçada petita i les extremitats inferiors i els dígits curts.

En relació amb l'ortopèdia, les persones amb la SD presenten trastorns musculars i esquelètics com ara (Concolino, Pasquzzi, Capalbo, Sinopoli, & Strisciuglio, 2006):

- La inestabilitat atlantoaxial amb greu risc neurològic, associat o no a malformacions congènites en aquest nivell com ara l'aplàsia de l'apòfisi odontoides.
- Escoliosis estructurals evolutives o actituds escoliòtiques.
- Inestabilitat de l'articulació del maluc que pot derivar en una luxació o subluxació del maluc, produïda per actituds vicioses de flexió, abducció i

rotació externa del mateix maluc en persones amb major deteriorament psicofísic. L'articulació coxofemoral sol manifestar una laxitud des del punt de vista càpsulo-lligamentós, una disminució de l'angle de l'acetàbul i de l'angle ilíac, que suposa una dislocació del maluc en adolescents i adults. Quant al genoll, presenten luxacions de ròtula, produïdes per la hipotonia muscular, hiperlaxitud lligamentosa, genoll valg i hipoplàsia del còndil femoral extern.

- Respecte dels turmells es posicionen en valg de calcani, amb un predomini de peus plans i primer metatars en var. També poden presentar alteracions en forma d'hàl·lux varus que amb el temps evolucionen cap a hàl·lux valg. El primer metatarsià va associat al hàl·lux valg o hàl·lux var (Rogers, Coleman, & Buckley, 1994). Les persones amb la SD han estat descrites anecdòticament per la seva forma de caminar que recorda la d'un ànec (D. A. Ulrich, Ulrich, Angulo-Kinzler, & Yun, 2001).

Aquest augment en la incidència de problemes ortopèdics i deformitats òssies pot posar de manifest alteracions doloroses. Algunes d'aquestes poden solucionar-se amb una ortesi de suport, però d'altres requereixen tractament quirúrgic, com per exemple la inestabilitat de l'articulació atlantoaxoidea, l'escoliosi, la subluxació del cap femoral i de la ròtula, i el peu en posició equinovara, i són reductibles (Concolino et al., 2006).

Totes aquestes característiques anatòmiques, clíniques i els factors de desalineació de l'aparell locomotor poden influir en la postura dempeus, així com en el seu control de l'estàtica (Almeida, Corcos, & Hasan, 2000; Almeida, Corcos, & Latash, 1994).

2.2.2.3. Característiques neurofuncionals i psicomotores

Les persones amb la SD presenten unes característiques neurofuncionals i psicomotores pròpies segons García, Caudevilla, & Hidalgo (2006) (taula 8).

Taula 8:***Característiques neurofuncionals i psicomotores de les persones amb la síndrome de Down*****Característiques neurofuncionals**

Lentitud en la transmissió nerviosa
 Perseverança, desorganització e impulsivitat motora
 Volum i pes cerebral menor
 Connexions cerebrals i circumvolucions més pobres
 Atrofia cortical reticular, cerebel·losa i frontal
 Disfunció tònica i asomatognòsia
 Sensibilitat tàctil, cinestèsica i cutània reduïdes
 Hipotonia muscular
 Laxitud lligamentosa
 Reducció de la força

Característiques psicomotores

Motricitat lenta
 Disharmonia en l'organització biomèdica corporal
 Patrons compensatoris en relació a la postura
 Dificultat en la praxi
 Disfunció en les estereognòsies
 Negligència propioceptiva
 Disfunció tònica-postural
 Retard en les reaccions d'adreçament
 Lentitud en el desenvolupament motor
 Disfunció perceptives i motores
 Disfunció de la integració sensorial

Nota. Font: Adaptada de García et al. (2006)

Els estudis de les imatges del cervell demostren volums cerebel·losos més petits, tenint en compte l'edat i el gènere. Algunes alteracions del cervell que presenten els individus amb la SD són el volum reduït de l'escorça frontal, el tronc encefàlic, el cerebel i l'hipocamp, la disminució dels solcs, alteracions dels laminats corticals, ramificacions dendrítiques i formacions sinàptiques disminuïdes, així com les anomalies funcionals en les propietats de la membrana. El cerebel està involucrat en els patrons motors, el to muscular, l'equilibri, la coordinació i el control de la motricitat. Els dèficits al cerebel provoquen retards en els inicis dels moviments, falta de coordinació motora, hipotonia i falta d'estabilitat postural (Almeida et al., 1994; Smith, Kubo, Black, Holt, & Ulrich, 2007; Spanò et al., 1999; Virji-Babul, Lloyd, & Van Gyn, 2003).

En relació amb els trets psicomotrius, manifesten hipotonia muscular, hiperflexibilitat i hiperlaxitud, lentitud de moviment i problemes sensorials, com ara la pèrdua de capacitat auditiva i de la visió. També tendeixen a tenir una resposta cardiovascular diferent de la població general, són més pobres en les seves habilitats motores, tenen major percentatge de greix i una propensió a l'obesitat que va associada als problemes cardíacs (Angulo-Barroso, Burghardt, Lloyd, & Ulrich, 2008).

La hipotonia muscular o disminució del to muscular és una de les característiques comunes associades als individus amb la SD (Henderson, Morris, & Frith, 1981; Rast & Harris, 1985). La hipotonia és fàcilment reconeguda en els primers mesos de vida. De fet, posseeixen una anormalitat que es posa de manifest en el moment de l'activació muscular amb una rigidesa articular (Almeida et al., 2000, 1994; Latash & Anson, 1996). En els adults es fa més present la major laxitud a les articulacions, que es veuen obligades a augmentar la seva activació muscular manifestant així una major rigidesa articular. De fet, el nombre d'escala clíniques de valoració del to muscular en aquesta població sempre ha estat poc fiable (Gomes & Barela, 2007).

Una altra característica que presenten és la hiperlaxitud lligamentosa a les articulacions, que es caracteritza per la debilitat dels teixits connectius del cos. Aquesta condiona que hi hagi una disminució de la propiocepció acompanyada d'un dèficit visual, així com deficiències socials i cognitives que poden contribuir a la variabilitat motora (Angulo-Barroso et al., 2008; Buzzi & Ulrich, 2004; Jobling, Virji-Babul, & Nichols, 2006; Smith et al., 2007; B. D. Ulrich, Ulrich, Angulo-Kinzler, & Chapman, 1997).

Les persones amb la SD presenten diversos dèficits cognitius que indueixen a un trastorn del comportament motor. La lentitud motora i perceptiva s'evidencia per una reacció allargada en el moviment. Dins el marc cognitiu, aquesta lentitud s'atribueix sovint als dèficits en el processament entre el començament d'un estímul i l'inici de la resposta necessària. La programació del moviment apareix afectada i podria ser responsable de múltiples correccions observades durant l'execució i processament del moviment (Lalo, Vercueil, Bougerol, Jouk, & Debû, 2005).

L'activació simultània de parells de músculs, agonista-antagonista, desencadena una major rigidesa que es correspon a una cocontracció o coactivació simultània (Lambertz, Mora, Grosset, & Perot, 2003). Aquesta és una estratègia que és conseqüència de la incapacitat per executar la força muscular suficient i la presència d'una conjunta hipermobilitat en la SD (Webber, Virji-Babul, Edwards, & Lesperance, 2004). A més a més, la coactivació és una estratègia per optimitzar la seguretat i l'estabilitat en les pertorbacions posturals inesperades. L'augment de la coactivació muscular en la SD s'observa en moviments simples i en el conjunt dels moviments (Aruin, Almeida, & Latash, 1996; Aruin & Almeida, 1997; Vernazza-Martin, Martin, Cincera, Pedotti, & Massion, 1999) i durant el control postural (Latash, Almeida, & Corcos, 1993; Latash, Kang, & Patterson, 2002). Les deficiències en la generació de força i els problemes de capacitat per adaptar-se a la tasca són condicions dels individus amb la SD (Corcos, 1991; Smith et al., 2007).

El desenvolupament dels patrons de moviment i el domini de les destreses motores poden adquirir un procés lent i descoratjador: la variabilitat en les qualitats del mateix moviment i la seqüència de moviment com una sèrie de tasques separades provoquen un moviment desigual i vacil·lant (Jobling et al., 2006; Meegan, Maraj, Weeks, & Chua, 2006). La natura de l'augment de la variabilitat fa que els patrons en preadolescents amb la SD hagin de ser més estables i eficients per fer front a les seves limitacions en el seu particular patró de bipedestació estàtica i dinàmica (Buzzi & Ulrich, 2004).

Els individus amb la SD tarden més temps a iniciar un moviment i els seus temps de reacció durant els moviments també són més lents que la mitjana de la població (Latash & Corcos, 1991; Latash et al., 2002). A més a més, els patrons d'activació muscular no s'ajusten a les normes i la hipotonia muscular continua i esdevé un dèficit desconcertant (Connolly, Morgan, Russell, & Fulliton, 1993; Jobling & Cuskelly, 2006). Les anàlisis detallades dels moviments han demostrat que els individus amb la SD mostren majors temps de reacció en comparació amb els individus neurològicament típics i l'augment de la variabilitat en el rendiment del moviment (Virji-Babul et al., 2003).

La població amb la SD utilitza diferents estratègies per controlar els seus moviments tenint en compte l'eficàcia i la precisió (Latash & Corcos, 1991; Latash, 2000, 2007). El patró de cinemàtica i dinàmica del moviment és més variable i això fa que les sinergies s'estabilitzin a través del sistema nerviós central (SNC) i que donin lloc a una variabilitat cada vegada major en el rendiment del moviment (Meegan et al., 2006; Spanò et al., 1999). Aquesta baixa velocitat d'execució motora que s'ha observat en tasques de força és atribuïda a un deteriorament dels processos sensorials i a una adaptació anormal en el processament de la informació, així com en la selecció de la resposta adequada (Almeida et al., 2000; Corcos, 1991; Lalo et al., 2005; Mon-Williams et al., 2005).

Els estudis de Winter, Patla, Ishac, & Gage (2003) i Winter, Patla, Prince, Ishac, & Gielo-Perczak (1998) van desenvolupar un model de pèndol invertit. És un model per influir en la postura i valorar la rigidesa a l'articulació del turmell sobre la dinàmica del centre de massa (CM) del cos. Es tracta de mesurar el to muscular passiu i quantificar la rigidesa en el control postural durant la bipedestació. També van examinar les associacions entre les estimacions de rigidesa derivada dels models del to muscular per determinar la relació entre el to muscular en repòs i l'organització de les respostes posturals. La sincronització dels segments de distal a proximal de les extremitats inferiors i el moviment angular del turmell han de correlacionar-ne amb el CM total. Els estudis descriuen que la bipedestació pot veure's com un pèndol invertit que pot ser estabilitzat. Els resultats dels estudis valoren diversos mètodes per avaluar la posició bípeda, que consisteixen en la visualització del pèndol invertit, la relació amb els centres de pressió (center of pressure, COP) del peu, l'empremta plantar i el desplaçament associat al control postural. L'oscil·lació del CM del cos és considerada una capacitat del control postural (Gage, Winter, Frank, & Adkin, 2004).

En general, els individus amb la SD presenten menys desplaçament del COP del peu, encara que la mitjana de la freqüència és superior. En la recerca del balanç del CM corporal, alguns autors l'atribueixen al deteriorament muscular i a una lentitud de l'aparició de l'activació muscular (Kokubun et al., 1997). Sembla que una de les característiques generals de les persones amb la SD, des de la infància fins a l'edat adulta, és una major influència en

la velocitat; tendeixen a unes freqüències més altes del que seria normal a causa d'un trastorn muscular relacionat amb la hipotonia (Shumway-Cook, 1985; Webber et al., 2004). Altres autors indiquen que la freqüència més alta està relacionada amb una major rigidesa postural. Els estudis mostren una superposició de la rigidesa amb l'efecte dels UO i UT. Les diferències entre els individus en general i les persones amb la SD és que aquests últims presenten una distància dels malucs i un espaiament dels peus. No obstant això, van examinar els efectes de la informació somatosensorial i visual per reduir la influència postural. Els seus resultats indiquen que els adults amb la SD són capaços d'utilitzar la informació sensorial per reduir la influència postural del cos, i demostren que no hi ha diferències en la integració sensorial entre les persones amb la SD i el grup de control de persones de població general (Gomes & Barela, 2007; Winter et al., 2003).

Les anàlisis de les pertorbacions durant l'equilibri mitjançant la plataforma demostren el retard en la pèrdua de l'equilibri i una pobra adaptació del reflex miotàtic en nens amb la SD, característiques de les lesions cerebel·loses. És per aquest motiu que se li atribueix una natura cerebel·losa (Latash et al., 2002; Wang & Ju, 2002).

Les persones amb la SD se sotmeten a la falta d'adaptació, ja que són capaces de formar i destruir sinergies en un canvi de tasca, cosa que els permet més flexibilitat i adaptabilitat quan han de desenvolupar un paper funcional (Latash & Anson, 2006; Latash, 2007; Smith et al., 2007).

2.3. La bipedestació

2.3.1. Definició

La postura es defineix com la situació o manera en què una persona, animal o cosa està col·locada. És la composició de les posicions de totes les articulacions del cos, en tot moment. En relació amb el nostre cos, és la posició que adoptem habitualment quan estem asseguts o drets. Diversos factors poden incidir en la postura i l'actitud postural, com el cansament, el to muscular o les emocions (Peterson, Kendall, Geise, McIntyre, & Anthony, 2006).

La postura erecta o estabilitat postural en bipedestació és una característica dels humans que s'adquireix gràcies al sentit que té la situació en l'espai i en l'equilibri. L'home sempre busca mantenir el seu cos en una posició d'equilibri estable (Peydro de Moya, Baydal, & Vivas, 2005).

En la bipedestació, el centre de gravetat està situat aproximadament per davant de la tercera vèrtebra lumbar i a nivell de l'articulació de l'astràgal i escafoïdes, que es trasllada a nivell de la planta dels peus per suportar la totalitat del pes corporal. Per això, la projecció del centre de gravetat al terra se situa dins del polígon de sustentació que ens representen les empremtes plantars. La participació dels reflexos vestibulars espinals i oculars i la contribució motora de la musculatura del tronc i de les extremitats inferiors són sistemes que treballen conjuntament per mantenir l'orientació en l'espai i que fan possible la bipedestació i la marxa, el control i la regulació dels grups musculars, que són els responsables de la postura estàtica i de la mobilitat (Thoumie, 1999).

La postura bípeda estàtica és la branca de la mecànica que tracta de les forces que actuen sobre els cossos en equilibri i on no existeix moviment aparentment (Gutiérrez, 1998).

2.3.2. Aspectes mecànics de la postura bípeda. Contacte plantar

2.3.2.1. Definició i classificació

L'empremta plantar és la superfície de suport del peu que contacta amb el terra. Ens permet avaluar la resposta del peu sota l'acció del pes del cos. El seu registre ens permet l'estudi de diferents dades i paràmetres, ens orienta sobre desequilibris eventuais i la seva anàlisi és un important mètode de diagnòstic morfoestàtic i dels desequilibris (Padrós & Escudero, 2002).

En l'estudi de l'empremta plantar podem valorar tres sectors: la part anterior del peu o l'avantpeu, la part medial o istme del peu i la part posterior o retropeu. Els índexs podomètrics o l'estàndard d'or són paràmetres que ens permeten calcular l'ocupació plantar respecte als sectors de l'empremta. Els índexs són els següents (Moreno de la Fuente, 2003):

- L'índex de valg estableix la posició del calcani en relació amb l'eix longitudinal estàtic del peu.

- L'angle de Clark (AC) mesura l'arc longitudinal intern. El rang de normalitat és de $38 \pm 7^\circ$. Els valors superiors determinen una tendència al peu cau i els valors inferiors, una tendència a l'aplanament i/o pronació.
- L'índex de Chippaux-Smirak (ICS) indica l'ocupació de l'istme plantar. Els valors de normalitat són 35 ± 10 . Els valors superiors determinen una tendència a l'aplanament i/o la pronació i els valors inferiors una tendència al peu buit. S'aplica la fórmula: $ICS=(P/Q)*100$.
- L'índex de Stahelli (IS) estableix una relació entre el mig peu i el retropeu. El rang de normalitat és de 0,600-0,699. Els valors superiors determinen tendència a l'aplanament i/o pronació i valors inferiors, tendència al peu buit. S'aplica la fórmula: $IS=P/R$.
- L'índex Hernández-Corvo (IH) permet classificar el tipus de peu d'acord amb l'escala de classificació següent: 0-34% pla, 35-39% pla-normal, 40-54% normal, 55-59% normal-buit, 60-74% cavo, 75-84% buit fort, 85-100% buit extrem. S'aplica la fórmula: $IH= ((X-Y)/X)*100$.

El protocol de creació de l'empremta plantar amb el programa Photoshop CS5 pot veure's a l'annex 1, i a la figura 4 es mostren els índexs d'estàndard d'or amb l'esmentat programa.

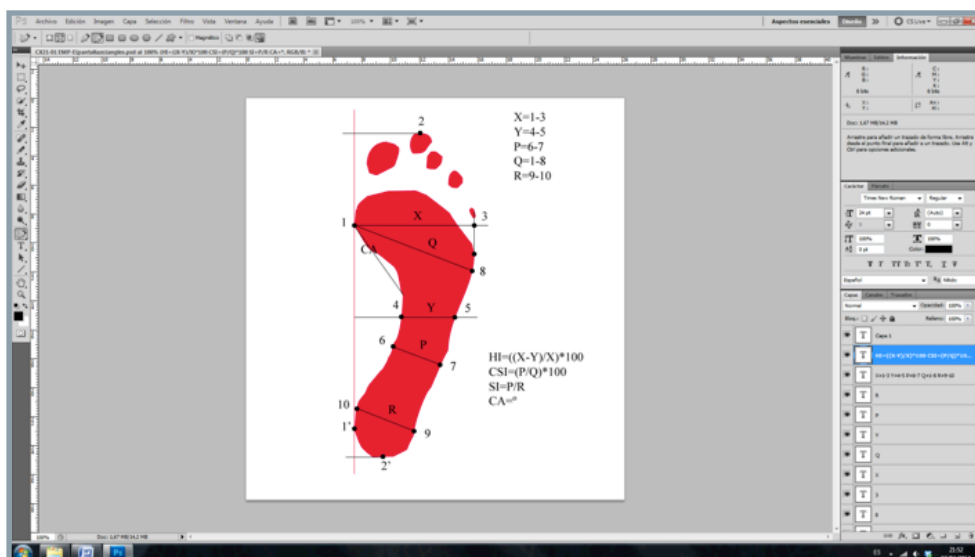


Figura 4. Índexs podomètrics d'estàndard d'or: índex de Hernández-Corvo (IH), índex de Chippaux-Smirak (ICS), índex de Staheli (IS) i angle de Clarke (AC)

Font: Elaboració pròpia amb el programa Photoshop CS5

Podem trobar diferents tipus d'empremta en funció del grau de contacte del peu a través de la superfície plantar. Es determinen diferents tipus de recolzaments: recolzament normal, peu pla, peu buit, peu equí, peu taló i peu var o valg (Padrós & Escudero, 2002):

- Normal: mostra en la part externa una zona convexa i en la interna una còncava. Els dits contacten amb el terra per la zona del palpís.
- Peu pla: no existeix concavitat interna, presenta un augment de la superfície de contacte a la zona mitjana del peu. S'associa generalment a un enfonsament de la volta plantar.
- Peu buit: es caracteritza per l'augment anormal de la volta plantar, un increment en el recolzament dels caps dels metatarsians i els dits en garra.
- Peu equí: només té contacte a la zona metatarsal.
- Peu talus: la zona de més contacte és el taló, la resta del peu no té recolzament al terra.
- Peu var: es recolza mitjançant el vorell extern del taló, l'apòfisi estiloide, el cinquè metatarsià i el cinquè dit.
- Peu valg: només té contacte la zona interna del taló i el primer dit. La zona externa no es recolza al terra.

2.3.2.2. Sistemes d'avaluació i mesura

L'exploració en podologia és imprescindible per realitzar un diagnòstic específic. Existeixen diferents maneres d'obtenir l'empremta plantar mitjançant diferents mètodes i sistemes, uns més antics i d'altres molt sofisticats. Tots ells reproduïxen la imatge de l'empremta en una exploració estàtica. Tot i que alguns detallen amb més precisió el contorn, els punts de pressió informen de la morfologia cutània i faciliten la informació del pacient en la història clínica (Montañola, 2014).

Els sistemes de mesura poden ser manuals, òptics, electrònics i optomètrics: a) els sistemes manuals utilitzen tècniques i equipaments com ara tinta directa sobre la pell, paper de calc, òxid de manganès, podoestatigrama, fotopodograma i pedigrafia; b) els sistemes òptics són els equips de podoscopi de cristall (de Elftman, Scranton i Arcan) i el baropodògraf

(de Mahesh, Manley, Franks, Forstein, Narimani); c) els sistemes electrònics són equips com la plataforma de Demeny, electrònica, de forces i estabilometria; d) els sistemes optomètrics com el sistema podoneumàtic de Rueda i *podocomputer* (Montañola, 2014; Moreno de la Fuente, 2003).

a) Els sistemes manuals utilitzen un procés químic per obtenir la imatge de l'empremta i valorar-ne el perímetre, el contacte, el recolzament i la pressió.

- El pedígraf o pedigrafia és un dispositiu més simple que el podoscopi i serveix per obtenir l'empremta plantar impresa en un suport de paper. Consisteix en una làmina de goma de làtex, que té una de les cares impregnada de tinta (el perclorur de ferro al 10% dóna una empremta groga i el biòxid de manganès, una empremta negra) i l'altra és trepitjada pel subjecte. Posteriorment, s'imprimeix en un full de paper en blanc. Aquest mètode reproduïx la imatge de l'empremta, però no detalla amb exactitud el contorn plantar i no fa la diferenciació entre els punts de pressió ni ens informa de la morfologia cutània (Guillén, 1991).
- El fotopodograma consisteix en una imatge nítida fotopodogràfica que utilitza el paper fotogràfic i el material de revelat després de la impressió del peu. Proporciona un perímetre nítid i clar de la zona. L'avantatge és que el pacient no s'embruta, detalla els plecs cutanis plantars i serveix d'orientació per saber les pressions que suporta la planta del peu (Viladot & Ruano, 2001).
- Radiofotopodograma o fotopodograma amb imatge radiològica. És una tècnica que permet obtenir de manera simultània un fotopodograma amb la superposició de la placa de Rx (Guillén, 1991).

b) Els sistemes òptics són instruments destinats a l'estudi de l'empremta plantar utilitzant un transconductor de pressió i un llum que permet obtenir la imatge de l'empremta de la planta del peu. Alguns opcionalment poden disposar d'un sistema de vídeo o fotografia per facilitar-ne la lectura i arxivar la imatge en un sistema informàtic per a la seva posterior anàlisi. Actualment aquests sistemes s'utilitzen per

a la valoració clínica, però poden presentar un petit marge d'error de l'ordre del 5% (Comín, Villarroya, Pérez, Nerín, & Marco, 1999):

- El podoscopi clàssic o podòmetre és un aparell clínic de diagnòstic senzill i versàtil que permet visualitzar i estudiar l'empremta i els diferents eixos del peu. Permet l'estudi del peu normal i patològic d'una manera ràpida i còmoda. El model tradicional consisteix en una estructura que conté un dispositiu de forma paral·lelepípede i de vidre, muntat amb un llum fluorescent i uns miralls oblics a la superfície superior. Al mirall podem observar les plantes dels peus, d'aquesta manera es reflecteix sobre la superfície de l'instrument. També es veuen reflectides les zones de la pressió, la morfologia de l'empremta plantar i la fórmula digital i metatarsal. A més, sol disposar d'un goniòmetre que pot desplaçar-se amb un punter per indicar la mesura (Gorgues, 2008).
- El baropodògraf òptic consisteix en un podoscopi de cristall que pot tenir al cim un estora de material flexible amb uns sensors electrònics de força que permeten mesurar la pressió que suporta l'equip quan el pacient se situa al damunt del cristall (Comín et al., 1999).

c) Els sistemes electrònics poden quantificar percentatges de pressió de l'empremta plantar, coordenades del centre de pressió i mesurar les forces anterior-posterior, medial-lateral i vertical (Martínez-Nova, Cuevas-García, Sánchez-Rodríguez, Pascual-Huerta, & Sánchez-Barrado, 2008):

- Les plataformes electròniques i les plantilles instrumentades es basen en sensors de diferents tipus per mesurar les pressions del peu en la majoria de punts.

d) Els sistemes optomètrics, com les plataformes i la baropodografia optomètrica, incorporen millores tecnològiques que permeten quantificar les pressions plantars, el centre de pressions del cos i el centre de pressions d'ambdós peus en càrrega (Guillén, 1991):

- El sistema de plataforma optomètrica o podòmetre electrònic és un dispositiu capaç d'enregistrar imatges de vídeo i informatitzar-les per a l'anàlisi posterior

de la podografia de pressió o baropodografia. És un sistema fotogràfic que permet la captació del mapa plantar de la quantificació acolorida de les pressions en temps real. Les plataformes optomètriques estan constituïdes per un podoscopi o un banc de marxa. Tenen una superfície transparent il·luminada amb llum fluorescent tangencial i estan tapades amb un tapís opac. Es componen d'una càmera dins del podoscopi que captura l'empremta i la converteix en una imatge digital. Posseeix un sistema informàtic que ho tradueix en una resolució de punts de diferents colors segons el grau de pressió en estàtica i en dinàmica.

- L'escàner digital plantar o plataforma optomètrica sensorial és un dispositiu que recull el senyal de l'escàner mitjançant un sistema informàtic que analitza les dades de pressió plantar i mesura els angles. Capta la imatge en temps real, proporciona el mapa cutani de la planta del peu i la coloració de l'epidermis, dóna la profunditat visual de la volta plantar i és un mapa a escala real del peu.

2.3.3. Aspectes neurofisiològics de la postura bípeda. Equilibri i control postural

2.3.3.1. Definició

El terme *equilibri* fa referència a l'estat d'un cos quan les forces que hi actuen es compensen i es destrueixen mútuament. Es coneix també com a estat d'estabilitat o balanceig del cos, perquè, tot i tenir una base de sustentació, aconsegueix mantenir-se sense caure. El concepte d'equilibri s'aplica als cossos en repòs respecte a un sistema de referència o a aquells cossos on el centre de masses es mou a una velocitat constant. Si el cos està en repòs, s'anomena equilibri estàtic, i si el centre de masses es mou a una velocitat constant, parlem d'equilibri dinàmic. L'equilibri estàtic és la capacitat del cos de mantenir-se en posició estàtica a través de les posicions següents: dret, tombat o de genolls. I l'equilibri dinàmic és la capacitat per desplaçar el cos de manera estable en l'espai: caminar, córrer o saltar. La condició necessària perquè es doni l'equilibri estàtic és que la força resultant que actua sobre el cos sigui nul·la, i que el CM i el moment resultant que actua sobre el cos siguin zero. Durant l'equilibri estàtic

es projecta el centre de gravetat del cos dins l'àrea delimitada pels contorns externs dels peus (Gagey & Weber, 2001).

El *CM* i el *centre de gravetat* són termes diferents en relació amb el concepte, tot i que coincideixin en la pràctica. El *CM* és aquell punt d'un cos o d'un sistema coordinat que es belluga com si la massa total del sistema es trobés en aquest punt i totes les forces externes fossin aplicades al mateix punt. El centre de gravetat es defineix com un punt fix d'un cos material on actua la força gravitatòria resultant. Podem dir que el centre de gravetat i el *CM* tenen conceptes diferenciats. El primer es refereix a un punt que és origen de la força resultant amb la qual la gravetat atrau una massa. I el segon es refereix a un punt relacionat exclusivament a les masses i no a les forces que atrauen aquestes masses. El centre de pressió és l'origen de totes les forces verticals que transmetem a través de la base de sustentació del sistema (Gutiérrez, 1998).

L'eix de gravetat és aquell que passa verticalment pel centre de gravetat del cos humà, dividint-lo en dues meitats simètriques –cap, raquis i sínfisi púbica–, projectant-les en el centre d'ambdós mal·lèols interns i dirigint-se cap al centre de la terra. La base o polígon de sustentació és el quadrilàter limitat pels vorells externs d'ambdós peus, que són les línies que uneixen la posició posterior dels calcanis i l'anterior dels avantpeus. En condicions normals, l'angle d'obertura bipodal ha de ser aproximadament d'uns 15° (Viladot, 1989).

El control postural és la capacitat del cos per mantenir una alineació correcta del centre de gravetat dins de l'eix corporal. De manera que la postura sostinguda pel to muscular coordini l'esquema corporal sota el control dels mecanismes neurològics. En el desenvolupament postural està implicat l'aparell vestibular o laberíntic, la vista i el tacte. El sistema vestibular regula el to muscular, els moviments oculars i l'orientació espacial. Respon a la força de gravetat i als moviments d'acceleració i desacceleració angular. L'equilibri és la forma habitual de mantenir el control postural que principalment es fonamenta amb experiències sensoriomotrius. Podem dir que l'equilibri és l'ajustament postural i tònic i que garanteix el manteniment estable del centre de gravetat del cos en situacions estàtiques o de moviment en l'espai. En definitiva, el control postural és

indispensable per a l'autonomia motriu, l'automatització de les reaccions de l'equilibri, i és necessari per executar qualsevol habilitat motriu bàsica i relacionar-nos i orientar-nos en l'espai (Gagey & Weber, 2001).

En posició bipodal el pes del cos es transmet pels malucs al terra, a través de les extremitats inferiors. Cada peu suporta la meitat del pes del cos. Les forces arriben al peu a través de l'astràgal, la funció cinètica del qual és distribuir les forces cap als diferents punts de recolzament. Aquesta tasca de distribució de càrregues es realitza en el pla sagital i el transversal. En el pla sagital el 60% de les forces van cap al calcani i el 40%, a l'avantpeu. El primer metatarsià és el que absorbeix més càrrega, ja que sol ser el més gran en relació amb els altres. Aquesta proporció pot variar en el moment que aixequem el taló del terra i augmentem la càrrega que rep l'avantpeu. En el pla transversal, l'astràgal desenvolupa un important paper de distribució de càrregues. La major part de càrrega va cap endarrere a través de la tuberositat del calcani. Les que van cap endavant i el vorell intern ho fan a través del cap de l'astràgal cap a les cunyes i els tres primers metatarsians, i s'anomenen peu dinàmic. En el vorell extern, les forces arriben al terra a través del calcani, cuboides i quart i cinquè metatarsians, i s'anomenen peu estàtic (Viladot, 2001).

Mantenir-se en bipedestació amb els dos peus és essencial, implica que la projecció vertical del CM del cos es trobi per sobre de la base de suport del peu i que la velocitat de balanceig del cos sigui permanent dins certs límits d'oscil·lació. No obstant això, la postura erecta en els éssers humans és inestable, ja que la força de gravetat produeix petites desviacions en el resultat de l'alineació vertical que empenyen el cos lluny de la seva verticalitat. Malgrat la sincronització de les respostes motores, el centre de massa corporal oscil·la a causa de diferents factors. La posició del peu implica mecanismes d'integració sensorial i motora regulades per garantir una bona resposta motora (Maurer, Mergner, & Peterka, 2006; Peterka & Loughlin, 2004). La informació sensorial procedeix dels sistemes propioceptius, visuals i vestibulars, que han d'estar integrats en el SNC per complir la percepció de moviment. L'anàlisi de l'estabilitat passiva i activa són dos mecanismes per a la postura que requereixen un control dinàmic (Ferdjallah, Harris, & Wertsch, 1999). L'equilibri entre aquests dos

mecanismes d'estabilització succeeix quan hi ha una influència excessiva que requereix el seu control estable (Patla, Ishac, & Winter, 2002).

L'equilibri és un concepte absolut, ja que poden tenir en una situació d'equilibri més o menys estabilitat. Els factors més rellevants que determinen l'estabilitat són: la base de sustentació, la projecció del centre de gravetat sobre la base de sustentació i l'alçada del centre de gravetat en relació amb la base de sustentació (Gutiérrez, 1998).

Per mantenir l'equilibri o el centre de gravetat dins la base de sustentació existeixen tres tipus d'estratègies de diferents estructures: estratègia del turmell, estratègia del maluc i estratègia del pas. La tria d'una estratègia o una altra depèn del grau de desplaçament del centre de gravetat en relació amb els límits d'estabilitat, de la velocitat de desplaçament i de la superfície de suport sobre la qual es troba la persona. Els tipus d'estratègies són (Peydro de Moya et al., 2005):

- a) L'estratègia del turmell: El moviment del cos per mantenir l'equilibri es realitza al voltant de l'articulació tibioperoneoastragalina, per tant en direcció anterior i posterior. El moviment del centre de gravetat serà lent i allunyat dels límits d'estabilitat. Aquest tipus d'estratègia sol produir-se quan la superfície de suport on es troba la persona és estable i major que la dels seus peus.
- b) L'estratègia del maluc: El moviment del cos per mantenir l'equilibri es realitza al voltant de l'articulació coxofemoral, per tant els moviments seran en direcció medial i lateral. El centre de gravetat es mou ràpidament i es desplaça a prop dels límits d'estabilitat. Aquest tipus d'estratègia sol produir-se quan la superfície de sustentació és inestable i menor que la dels peus.
- c) L'estratègia del pas: El desplaçament del centre de gravetat va més enllà dels límits d'estabilitat, això fa que s'hagi de desplaçar un peu per tal d'evitar la caiguda.

En una persona sense cap tipus de trastorn o patologia de l'equilibri, el més habitual és utilitzar una estratègia del turmell per a les superfícies estables i a mesura que les superfícies són inestables anar incloent una estratègia de maluc. Per tant, les persones amb un trastorn de l'equilibri utilitzaran majors estratègies de maluc que les persones sense cap trastorn.

En el desenvolupament postural i el manteniment de l'equilibri cooperen diferents sistemes: a) l'aparell vestibular o laberíntic i b) el sistema visual. Altres sistemes són el tacte en les experiències sensoriomotrius, el sistema propioceptiu, que són els receptors repartits per tot el cos i la cinestèsia, que informen de la posició articular, muscular i tendinosa (Gila, Villanueva, & Cabeza, 2009; Rama & Pérez, 2003):

a) El sistema vestibular està situat en l'oïda interna, detecta la posició del cap juntament amb la informació visual i determina els reflexos vestibulocervicals i vestibulooculars. El sistema vestibular té la funció d'informar de la posició del cap en relació amb l'espai, mantenir el balanceig, coordinar els ulls, fixar els ulls quan el cos es mou en l'espai i detectar la velocitat i la direcció del moviment.

b) El sistema visual o visió contribueix a millorar el control postural i assegurar l'equilibri, i intervé en la percepció automàtica del moviment. Les dues àrees funcionals principals són el control ocular i la percepció visual-espacial. El control ocular es refereix als moviments suaus i coordinats dels ulls per captar i seguir objectes i persones en el medi. La percepció visual-espacial és la forma com una persona percep les relacions de l'espai exterior amb el seu propi cos, i també com capta els objectes en l'espai en relació amb els altres objectes. Ens informa de l'ambient, la percepció espacial i l'orientació. Aquests poden influir en les habilitats motores gruixudes. Els sistemes neuronals implicats en la mirada, l'equilibri i la postura actuen per estabilitzar el cos i informen sobre l'entorn espacial. L'activitat muscular intrínseca de l'ull o l'acomodació, el sistema visual o la visió, i la motilitat ocular o la mirada s'han de coordinar i retroalimentar constantment perquè tingui lloc l'experiència normal perceptiva visual. Els tres tipus principals de moviments oculars són:

- Moviments automàtics de compensació dels moviments del cap (reflexos vestibulooculars) i els de l'entorn visual (reflexos optocinètics) per estabilitzar la imatge de la retina i fixar la mirada en un punt de manera voluntària.
- Moviments voluntaris per desplaçar la fixació d'un punt a un altre del camp visual (moviments de fixació i moviments sacàdics). Per perseguir la mirada d'objectes mòbils (moviments de seguiment i de vergència).

- Nistagmus. Micromoviments constants, repetitius i involuntaris associats a la fixació ocular.

Aquests sistemes neuronals poden veure's alterats per múltiples processos neurològics de diferent naturalesa i localització que donen lloc a una gama de trastorns oculomotors.

2.3.3.2. Sistemes d'avaluació i mesura

L'anàlisi postural es pot basar en la tècnica d'observació clínica en bipedestació en els tres plans. Les tècniques d'exploració i estudis sobre la postura i el control postural que enregistren el moviment ocular també quantifiquen l'alteració de l'equilibri, determinen la contribució a l'estabilitat postural i n'avaluen el control i l'oscil·lació postural. L'electronistagmografia i la videonistagmografia són tècniques instrumentals de diagnòstic i avaluació. Estudien la situació de la persona quan es manté dempeus immòbil i avaluen la inestabilitat o el desequilibri de les informacions sensorials dels aparells vestibular, visual i propioceptiu. Altres instruments, com la plataforma dinamomètrica, quantifiquen les oscil·lacions posturals a partir de la força de reacció realitzada pels peus. Hi ha diverses tècniques instrumentals i sistemes de mesura per a l'estudi de la situació en què una persona pot mantenir-se dempeus immòbil, mitjançant el registre del control postural i les oscil·lacions posturals. Alguns sistemes de mesura estan situats al crani i d'altres als peus, sobre una plataforma dinamomètrica, per tal de diagnosticar i avaluar la inestabilitat postural (Peydro de Moya et al., 2005).

Els sistemes de mesura mitjançant la posturografia per avaluar el control postural i l'equilibri són: a) la craneocorpografia, b) la posturografia, c) la posturografia dinàmica computeritzada (PDC), i d) la plataforma de forces.

- a) La craneocorpografia és un mètode objectiu i quantitatiu per estudiar la funció vestibuloespinal i l'equilibri. Consisteix en un registre fotogràfic sobre els moviments del cap i del cos. A la placa fotogràfica del revelat immediat s'obté una imatge dels desplaçaments del centre de gravetat i dels moviments corporals de correcció. D'aquesta manera, permet registrar de forma senzilla, ràpida i econòmica les

reaccions vestibuloespinals, analitzar-les de manera qualitativa i quantitativa, activar-les i comparar-les. El craneocorpògraf consta de diversos elements: una càmera fotogràfica Polaroid, un mirall convex, estàtic, una plataforma i un sistema de referència per a la valoració (Vázquez, 1984).

b) La posturografia, que també es coneix com a establografia, establiometria i posturometria, és una tècnica que analitza el control postural de la persona en bipedestació estable i en condicions de desequilibri. La posturografia pot ser estàtica i dinàmica:

- La posturografia estàtica utilitza una plataforma dinamomètrica fixa que analitza les oscil·lacions posturals a través d'un registre de moviment del centre de pressions i de la projecció vertical de la força de gravetat. Aquest equip de mesura permet també enregistrar i analitzar les forces de reacció sobre el terra, ja que incorpora uns captadors extensòmetres (Peydro de Moya et al., 2005).
- La posturografia dinàmica o *test of balance* (TOB) estudia el control postural a través dels moviments del centre de pressió i projecció del centre de gravetat del cos sobre una plataforma dinamomètrica. És un mètode simple, actual i ràpid per avaluar en condicions estàtiques el centre de gravetat en els subjectes amb trastorns neurosensorials. La plataforma dinamomètrica està muntada sobre un suport capaç de traslladar-se horitzontalment, inclinar-se endavant i endarrere i/o fer rotació al voltant d'un eix. Conté elements electrònics necessaris per amplificar aquests senyals analògics i convertir-los en digitals. Aquesta informació s'envia a un ordinador que, mitjançant un programari, estableix el percentatge de cadascun dels sistemes neurosensorials que intervenen en l'equilibri: el visual, el somatosensitiu i el vestibular (Barona, 2003).

c) La PDC determina les limitacions funcionals, quantificant quins danys presenten en la informació sensorial i el sistema de respostes motores necessàries per a l'estabilitat postural. La PDC és una de les proves amb major índex de cost i benefici gràcies a la seva capacitat de detectar danys funcionals (Barona, 2003).

d) La plataforma de forces és un sistema dissenyat per mesurar, enregistrar i analitzar les forces d'acció i reacció del pes del cos sobre una superfície que contacta amb els peus. Proporciona informació de les reaccions del terra sobre els peus. El COP és l'origen de totes les forces verticals existents i transmeses a través de la base de sustentació del sistema. No ha de coincidir necessàriament amb la projecció del centre de gravetat sobre la base de sustentació, ni amb el centre geomètric d'aquesta. La seva localització està condicionada per les forces que aplica el sistema contra el terra a través de la seva base de sustentació. El CM és el punt geomètric d'un cos que es mou com si la massa total es trobés en aquest punt, on es pot considerar concentrada tota la seva massa, mentre que el centre de gravetat és considerat com un punt del cos on actua la força gravitatòria resultant. El CM i el centre de gravetat coincidiran quan l'acceleració de la gravetat no variï en els diferents punts del sistema. La plataforma de forces està formada per uns captadors de força de tipus piezoelèctric i proporciona les tres dimensions de l'espai: la força vertical, la força anterior-posterior (AP) i la força medial-lateral (ML). La projecció dels tres eixos en l'espai és donada pels tres components (X, Y Z). El component vertical (Y) està relacionat amb la gravetat i el pes del cos actuant sobre el peu. Les forces paral·leles AP (Z) i la ML (X) són les originades per la força de fricció entre el peu i el terra (Gutiérrez, 1998).

Els paràmetres cinètics que es poden extreure de la plataforma són:

- Forces de reacció vertical (F_z): presenten dos pics màxims i entre ells una vall que correspon al moment en què el centre de gravetat de l'organisme està en el seu punt més elevat.
- Forces de reacció AP (F_x) i de reacció ML (F_y): presenten dos pics màxims inversos.

En el cas d'un subjecte dempeus en posició vertical estàtica, el límit de l'estabilitat es defineix com la quantitat de balanceig postural. El balanceig pot succeir en tots els plans de moviment, i el dèficit d'equilibri està relacionat amb el control

de l'estabilitat AP i ML. L'àrea d'oscil·lació, l'amplitud de moviment en l'eix de desplaçaments AP i els ML, el rang de moviment (*range of movement*, ROM; ROM AP i ROM ML), el màxim desplaçament en qualsevol direcció i l'amplitud de les freqüències AP i ML, són variables que es calculen amb la plataforma de forces. L'àrea d'oscil·lació és el moviment horitzontal del centre de gravetat quan una persona està dempeus. Una certa quantitat d'influència és essencial i inevitable a causa de les petites pertorbacions del cos, com ara la respiració, el desplaçament del pes d'un peu a l'altre i de l'avantpeu al retropeu, els desplaçaments en sentit AP i ML, i els desencadenants externs sensoriomotors, com per exemple la distorsió visual i la propiocepció. Per mantenir-se en equilibri, una persona ha de ser capaç de mantenir la projecció vertical del seu CM dins de la base de recolzament, tenint en compte la seva influència AP, ML i les estratègies de turmell i maluc (Nichols, Glenn, & Hutchinson, 1995).

2.4. La bipedestació en equilibri estàtic en la síndrome Down

2.4.1. Contacte plantar en la síndrome de Down

En la SD es relaciona la major superfície plantar amb el tipus morfològic de peu. Com més pla és el peu, més gran és el contacte de la part interna del peu i, per tant, més superfície de recolzament plantar hi ha. D'aquesta forma es confirma com un defecte ortopèdic la relació descrita del peu pla i la quantitat de superfície plantar recolzada (Caird, Wills, & Dormans, 2006; Diamond, Lynne, & Sigman, 1981; Mik, Gholve, Scher, Widmann, & Green, 2008).

El peu pla comporta un valg de calcani en produir-se la inversió del retropeu. Viladot expressa que la zona del retropeu suporta més pes (Viladot, 2001). La genètica determinada en la SD i les anomalies a nivell del peu i del turmell (peu pla, valg del calcani i primer metatars en var) tenen relació amb la hipotonia muscular i la tendència a la hiperlaxitud lligamentosa que afavoreixen un genoll recurvat (Alarcón & Salcedo, 2012; Concolino et al.,

2006; Girona & Cuello, 2002; Vázquez-Castilla, Rodríguez-Martínez, Arroyo-Rodríguez-Navas, & Benjumea-Acosta, 2012).

Hi ha estudis que relacionen les pressions plantars amb l'anàlisi de l'estàtica postural bipodal. Conclouen que la distribució de la càrrega va relacionada amb la participació de l'avantpeu i del retropeu en relació amb les alineacions musculars i esquelètiques al raquis i les extremitats inferiors (Caballero, Moreno, Ortiz, & Marín, 2011; Rosselló et al., 2007).

En la SD el major contacte de superfície plantar i augment del contorn plantar pot influir en la pressió mitjana que fa en tot el peu, ja que el pes es distribueix en aquesta major superfície, tenint en compte el sobrepès i l'obesitat característica d'aquestes persones (Barnhart & Connolly, 2007; Meléndez, Villarroya, Moros, Maza, & Casajús, 2010).

L'anàlisi morfològica i del contacte plantar ens aporta informació per a l'estudi de la morfologia estàtica i l'observació postural, que s'inicia en les extremitats inferiors començant pels peus. El COP pot projectar-se en direcció anterior i posterior: es determinen dues tendències on hi ha predomini del desplaçament del centre de gravetat posterior i anterior. En l'anàlisi postural estàtica les persones amb la SD presenten un predomini del COP en direcció posterior en les extremitats inferiors en bipedestació i durant la marxa. En canvi presenten un predomini del COP que es projecta en direcció anterior en el segment del tronc i dels malucs en bipedestació estàtica. En el COP projectat en direcció posterior, els subjectes presenten un predomini de peus plans, genoll en flexió, genoll valg, articulació coxofemoral en rotació externa, anteversió de la pelvis i hiperlordosi lumbar. En el COP projectat en direcció anterior, els predominis són peu buit, genoll recurvat i vars, articulació coxofemoral en rotació interna, retroversió de la pelvis i deslordosi lumbar. En les persones amb la SD, hi ha un desequilibri biomecànic i de la postura localitzat en l'eix lumbo-sacre-pelvià (Agudo, 2007; García et al., 2006).

La morfologia estàtica segons la projecció del centre de gravetat en la SD es pot veure a la taula 9.

Taula 9:

Morfologia estàtica segons la projecció del centre de gravetat en la síndrome de Down

SUBJECTES AMB EL CENTRE DE GRAVETAT POSTERIOR	SUBJECTES AMB EL CENTRE DE GRAVETAT ANTERIOR
Peus plans	Peus caus
Turmells amples	Turmells estrets
Múscul soli molt desenvolupat	Múscul soli molt disminuït
Genu flexum	Genu recurvatum
Genu valg	Genu var
Vast extern del quàdriceps desenvolupat	Vast intern del quàdriceps desenvolupat
Predomini de la rotació externa de malucs	Predomini de la rotació interna de malucs
Pelvis ampla	Pelvis estreta
Augment de les corbes raquídies	Disminució de les corbes raquídies
Anteversió de la pelvis	Retroversió de la pelvis

Nota. Font: García et al. (2006)

2.4.2. Equilibri i control postural en la síndrome de Down

L'estudi de l'equilibri en els nens amb la SD explica la incapacitat per modular respostes posturals, en relació amb la major oscil·lació i el balanceig del cos, i una major velocitat del CM corporal. Per tal de contrarestar l'equilibri, cal generar nivells normals de força i augmentar la durada de l'activació muscular, ja que es manifesten deficiències en el moment seqüencial de l'activació muscular durant el control postural. Els problemes de control postural identificats en els subjectes amb la SD en els primers avenços motors poden ser deguts a problemes de laxitud lligamentosa d'algunes articulacions, disminució de la força i hipotonia muscular. La resposta postural tardana durant la pèrdua d'equilibri en els nens d'1 a 6 anys amb la SD són respostes ineficients per mantenir l'estabilitat. La presència del reflex monosinàptic durant les pertorbacions de la plataforma suggereix que els problemes d'equilibri en nens amb la SD no són conseqüència de la hipotonia, sinó dels defectes en el nivell dels mecanismes del control postural. El desenvolupament del moviment és interferit per un retard en el control postural que resulta necessari per a l'execució d'aquest moviment. No obstant això, hi ha una gran variabilitat en l'aparició dels ajustaments de les postures. També, un nivell més baix pel que fa a l'equilibri i el control de la motricitat visual (Connolly et al., 1993; Henderson et al., 1981; Shumway-Cook, 1985).

La posició dels peus en nens amb la SD pot influir a l'hora d'adoptar respostes protectores per contrarestar els disturbis posturals i substituir la falta de resposta durant l'equilibri. Els patrons de moviment atípic experimentat en nens amb la SD poden ser conseqüència de l'aparició de les reaccions posturals retardades i de protecció. Una associació positiva entre els retards en el desenvolupament de les reaccions posturals i en la consecució de realitzar amb més habilitat els patrons motors (Almeida et al., 1994; Haley, 1986, 1987).

Els perfils de rendiment en els nens durant l'edat escolar manifesten activitats motores grolleres, com per exemple saltar, i activitats motores fines, com ara tallar amb tisores, que presenten unes deficiències motores que requereixen una bona combinació i coordinació d'aquestes activitats motores. En definitiva, molts resultats dels estudis indiquen que els nens amb la SD realitzen malament el funcionament motor, encara que mostren més variabilitat en el rendiment. L'equilibri estàtic i dinàmic es veuen afectats, i la hipotonia muscular i la laxitud lligamentosa en els malucs es valoren com a responsables de l'equilibri anormal i manifesten greus dificultats motores. Els estudis experimentals han identificat dèficits en els aspectes visuals i motors, la coordinació i l'equilibri, i apunten a un deteriorament en els nivells del control motor (Spanò et al., 1999).

La disfunció en el control postural és sovint descrita en termes de dificultats en la coordinació motora, problemes amb la integració sensorial i motora o simplement es diu que és "maldestre" en els moviments. Aquests moviments maldestres apareixen quan els individus són lents per adaptar-se als canvis ambientals i a les condicions de treball, o són menys capaços de fer els ajustaments de la postura anticipada. Les persones amb la SD són descrites com el resultat de la integració sensorial i motora anormal, de les limitacions cognitives o a causa d'una hipotonia (Almeida et al., 2000; Latash & Anson, 2006; Webber et al., 2004).

Es consideren factors que contribueixen al problema de mantenir l'equilibri tots aquells moviments que no tenen fluïdesa, quan hi ha incapacitat per frenar les accions, quan manifesten un desequilibri de la postura i augment de la rigidesa postural (Jobling et al., 2006).

2.5. Activitat física

2.5.1. L'activitat física en la població general

El Ministeri de Sanitat defineix conceptes i termes en relació amb l'AF i la condició física, la dosi d'AF i d'exercicis, i en determina les intensitats (Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad, 1999):

- L'AF, com qualsevol moviment corporal produït per la musculatura i l'esquelet, contribueix a un consum d'energia. Inclou les activitats realitzades mentre es treballa, es juga, es viatja o es fan les tasques domèstiques i les activitats de lleure. L'AF té com a objectiu millorar o mantenir un component de l'estat físic o més, i és beneficiosa per a la salut. El concepte de l'AF no s'ha de confondre amb exercici, ja que és una subcategoria de l'AF.
- L'exercici físic és tota AF planificada, estructurada i adaptada a les característiques de les persones, orientada a la readaptació, manteniment i millora de la salut a través de la condició física. L'exercici físic, per exemple, les activitats de jardineria o pujar escales dins la llar, no es pot catalogar com a exercici estructurat, però evidentment constitueix AF.
- La condició física és un estat fisiològic de benestar que proporciona la base per a les tasques de la vida diària, un nivell de protecció davant les malalties cròniques i el fonament per al desenvolupament d'activitats esportives. Essencialment, el terme *condició física* descriu un conjunt d'atributs relatius al rendiment de la persona en matèria d'AF.

Els descriptors rellevants d'AF i exercici físic, com la dosi d'AF que una persona rep, depenen dels factors que engloba el principi de freqüència, intensitat, temps i tipus (FITT). Altres principis són la sobrecàrrega i la progressió (Ministerio de Sanidad Servicios Sociales e Igualdad, 1999).

- Freqüència (nivell de repetició): la quantitat de vegades que la persona realitza activitats físiques, expressades en nombre de vegades a la setmana.

- Intensitat (nivell d'esforç): el nivell d'esforç que implica l'AF, sovint descrita com a lleu, moderada i vigorosa.
- Temps (duració): la duració de la sessió d'AF.
- Tipus: la modalitat específica d'exercici que la persona realitza.

De tots els principis FITT, la intensitat és probablement la més difícil de mesurar. Les recomanacions sobre AF tant per a persones adultes com per a nens fan referència a l'exercici d'almenys intensitat moderada. Aquestes persones senten un increment del ritme respiratori i cardíac i una sensació d'augment de la temperatura.

El 1948 l'OMS defineix la salut com un estat complet de benestar físic, mental i social, i no consisteix solament en l'absència de malaltia. L'OMS publica l'any 2010 unes recomanacions mundials sobre l'AF per a la salut. Els nivells recomanats per a la salut són (World Health Organization, 2010):

- Per als nens i adolescents: 60 minuts diaris d'activitat moderada (caminar o muntar en bicicleta) o intensa (practicar esports).
- Per a adults: 150 minuts setmanals d'activitat moderada.

En relació amb l'AF i la salut, el Departament de Salut i Serveis a les Persones dels Estats Units (U.S. Department of Health and Human Services) planteja unes recomanacions generals d'incrementar el nivell d'AF global i de concretar-se a realitzar més de 30 minuts al dia d'activitats d'intensitat moderada, bé de forma continuada o bé a intervals de 10 minuts (U.S. Department of Health and Human Services, 1996).

La Federació Espanyola de Medicina de l'Esport (Federación Española de Medicina del Deporte, FEMEDE) dóna orientacions d'AF durant la vida quotidiana i de lleure durant els caps de setmana. Tot i que comenten que 30 minuts d'AF pot ser beneficiós per a la salut, recomana un mínim de 60 minuts diaris d'AF moderada o intensa per mantenir una bona salut (Manonelles, Alcaraz, Álvarez, Jiménez, & Luengo, 2008).

El Pla d'Activitat Física d'Esport i Salut (PAFES) de la Generalitat de Catalunya proposa fer una hora d'AF moderada al dia i recomana combinar-la amb activitats de diferent tipus (Generalitat de Catalunya, s.d.).

La intensitat de l'AF reflecteix la velocitat a la qual es realitza l'activitat o la magnitud d'esforç que es requereix per fer l'exercici. La intensitat varia d'una persona a una altra, i dependrà de quina condició i forma física tingui cadascú. L'OMS no classifica l'AF en lleugera, només la divideix en dos tipus (World Health Organization, s.d.):

- L'AF moderada (aproximadament 3-6 Metabolic Equivalent of Task, MET) accelera de manera perceptible el ritme cardíac. Els exercicis són caminar a pas ràpid, ballar, fer les tasques domèstiques, treballs de la construcció i desplaçar càrregues (< 20 kg).
- L'AF vigorosa (aproximadament > 6 MET) requereix gran quantitat d'esforç i provoca una respiració ràpida i un augment substancial de la freqüència cardíaca. Es consideren exercicis vigorosos córrer, fer aeròbic, esports i jocs competitius, com ara el bàsquet, el futbol, la natació i el treball d'excavació i explotació d'infraestructures amb desplaçament de càrregues pesades (> 20 kg). En el cas de la dansa aeròbica és d'intensitat vigorosa, 6,5 MET, i suposa una despesa d'energia de 93 MET (equivalent en kcal a una persona que du a terme l'activitat durant 30 minuts).

També podem valorar la intensitat d'AF considerant la capacitat de parlar de la persona mentre realitza l'AF. Aleshores les intensitats es classifiquen en intensitat lleu, moderada i vigorosa (Ministerio de Sanidad Servicios Sociales e Igualdad, s.d.):

- La intensitat lleu permet a la persona mantenir una conversa fluida durant una activitat com ara passejar i caminar.
- La intensitat moderada pot mantenir la conversa amb certa dificultat durant activitats com per exemple muntar en bicicleta.
- En la intensitat vigorosa, la persona no pot mantenir la conversa en activitats com córrer i fer esports com futbol. [Altres autors consideren quatre nivells d'AF: sedentària, lleugera, moderada i vigorosa, i han descrit canvis fisiològics i beneficis per a la salut en la infantesa, l'edat adulta i la vellesa (Oviedo et al., 2013; Rodríguez, Márquez, & Abajo, 2006)].

Les darreres tendències en entrenament parlen de fer exercici intens durant un curt temps amb alta intensitat. Aquest tipus d'entrenament tendeix a produir més consum calòric que altres tipus d'entrenament tradicionals. Consisteix en sessions repetides d'esforç d'alta intensitat seguides de diversos temps de recuperació i s'anomena entrenament d'interval d'alta intensitat (High Intensity Interval Training, HIIT). Aquest programa d'AF complet inclou exercicis aeròbics i exercicis d'entrenament de la força, però no necessàriament en la mateixa sessió. Aquests ajuden a mantenir o millorar les funcions cardiorespiratòries, l'aptitud muscular, la salut i la funció global. Un programa d'exercici HIIT té en compte la relació del treball i d'interval de recuperació en una proporció de 1:1, poden ser 3, 4 o 5 minuts de treball d'alta intensitat seguida d'una recuperació de 3, 4 o 5 minuts de baixa intensitat. Aquesta combinació d'exercici pot ser repetida de tres a cinc vegades (American College of Sports Medicine, 2014).

L'AF és essencial en la població sana, per mantenir i millorar la salut i prevenir malalties. L'AF contribueix a prolongar la vida i a millorar-ne la qualitat, a través de beneficis fisiològics, psicològics i socials (Ministerio de Sanidad Servicios Sociales e Igualdad, 1999).

Els beneficis fisiològics són:

- L'activitat física redueix el risc de patir malalties cardiovasculars, la tensió arterial alta, el càncer de còlon i la diabetis.
- Ajuda a controlar el sobrepès, l'obesitat i el percentatge de teixit gras corporal.
- Enforteix els ossos i augmenta la densitat òssia.
- Enforteix els músculs i millora la forma física i la capacitat per fer esforços sense fatigar-se.

Els beneficis psicològics són:

- L'activitat física millora l'estat d'ànim i disminueix el risc de patir estrès, ansietat i depressió, augmenta l'autoestima i proporciona benestar psicològic.

Els beneficis socials són:

- Fomenta la sociabilitat.
- Augmenta l'autonomia i la integració social.

Aquests beneficis són especialment importants en el cas de discapacitat física o psíquica.

Entre els molts components de la condició física, els més relacionats amb la salut són: la composició corporal, la resistència cardiorespiratòria, la flexibilitat, la força, la resistència muscular i la coordinació. Els beneficis de l'AF en els diferents sistemes es poden veure a la taula 10.

Taula 10:

Tipus de beneficis en diferents sistemes de l'activitat física en la població general

TIPUS DE BENEFICIS	MILLORA	DISMINUEIX
Beneficis Cardiovasculars	Rendiment cardíac Retorn venòs	Incidència malalties coronàries Tromboembolisme Tensió arterial sistòlica i diastòlica
Beneficis Respiratoris	Treball respiratori Funció respiratòria (augment de la capacitat i/o resistència funcional)	Gravetat de disnea
Beneficis de l'Aparell Locomotor	Força i elasticitat de músculs, tendons i lligaments Amplitud i flexibilitat articular Metabolisme miner càlcic	Efectes adversos de l'artrosi
Beneficis sobre el Sistema Endocri i Metabòlic	Regulació metabolisme lipídic Control sobrepès Regulació metabolisme glicídic Regulació hiperuricèmia	Grasa corporal
Beneficis Immunològics	Resistència a infeccions Augment número leucocits, línfocits T i B, sistema complement C3 i activitat NK killers, quan l'exercici no és intens ni prolongat	
Beneficis Psicosocials	Autoestima Resposta a l'estrès psicosocial Rendiment laboral	Ansietat Depressió

Nota. Font: Adaptada de Guerra-Balic (2000)

2.5.2. L'activitat física en la síndrome de Down

El sistema de classificació funcional es basa en unes valoracions mèdiques i tècniques dels subjectes amb discapacitats. Les valoracions mèdiques mesuren els nivells bàsics de capacitat funcional, com ara la força, l'equilibri, la coordinació, les habilitats motores àmplies i fines, i el grau de mobilitat. Les valoracions tècniques es realitzen observant-los mentre practiquen o participen en un determinat esport. Aquest sistema de classificació funcional té sis categories (Wind, Schwend, & Larson, 2004):

- Discapacitats amb afectació visual
- Amputats
- Paràlisi cerebral
- Atletes en cadira de rodes
- DI
- Altres

L'Associació Americana de Medicina de l'Esport (American College of Sports Medicine, ACSM) comenta que en poblacions especials els programes d'AF basats en exercici físic ajuden a millorar el seu estat de salut, reduir el risc de tenir determinades malalties i millorar la seva qualitat de vida i el seu nivell de condició física (Durstine, Moore, Painter, & Roberts, 2009).

La majoria de persones amb DI i la SD poden beneficiar-se de la pràctica d'exercici físic, adaptant la intervenció a les circumstàncies personals de cada individu (Pedersen & Saltin, 2006). És per aquest motiu que tractar qüestions relacionades amb la condició física, la composició corporal, l'entrenament sistematitzat i la pràctica d'AF resulta clau per promoure hàbits saludables. Aquestes poblacions han mostrat nivells menys saludables en qualsevol de les variables de la condició física relacionada amb la salut (González-Agüero, Vicente-Rodríguez, & Casajús, 2011). Per a les persones amb la SD, l'AF té unes implicacions decisives que incideixen en la seva salut, productivitat, longevitat i prevenció de l'envelliment actiu (Fernhall & Kohrt, 1990).

El segon pla d'actuació per a persones amb la SD a Espanya 2009-2013 de la Federació Espanyola de la Síndrome de Down manifesta el significatiu augment de l'esperança de vida

de les persones amb la SD i estableix una realitat nova que requereix d'una sèrie de respostes socials per afrontar-la. Entre els àmbits d'actuació d'aquest pla, s'inclou l'envelliment, que recull les mesures previstes entorn a uns grans programes en què l'objectiu són el foment de l'envelliment actiu i la major autonomia possible de les persones amb la SD. També inclou les possibles raons per les quals l'esperança de vida és menor en la població amb la SD que en la resta (Berzosa, 2013):

- Les persones amb la SD envelleixen prematurament i consegüentment la seva esperança de vida es veu reduïda.
- El procés d'envelliment està associat amb un alt risc de contraure malalties que comporten un augment de la mortalitat en aquestes persones. Aquestes malalties apareixen abans en persones amb la SD que en la resta de població.
- Fomentar l'envelliment actiu com a procés d'optimització de les oportunitats de salut, participació i seguretat per millorar la qualitat de vida a mesura que s'envelleix. Això permet a aquestes persones desenvolupar el seu potencial de benestar físic, social i mental al llarg de la seva vida i participar conforme a les seves necessitats, desitjos i capacitats.

En relació amb els nivells d'AF, la pràctica d'exercici físic té conseqüències beneficioses a curt i llarg termini que constitueixen un factor important en la motivació del propi exercici i contribueixen significativament a la salut de les poblacions clíniques i no clíniques (Van Amersfoort, 1996).

Existeixen tres àrees en què hi ha un vincle entre l'AF i la salut mental:

- Redueix l'ansietat i la depressió.
- Incrementa els sentiments d'autoestima i en particular d'aquells relacionats amb l'aparença física.
- Millora la capacitat d'afrontar l'estrès psicosocial, la qual cosa al seu torn comporta un augment del rendiment laboral.

En el desenvolupament físic i benestar psicològic, les persones amb la SD presenten beneficis en (Guerra-Balic, 2000):

- Aparell respiratori: per la seva especial anatomia, el patró respiratori millora, manifesten un efecte positiu de la funció respiratòria i disminueixen la dispnea quan realitzen AF.
- Aparell locomotor: després d'un programa d'entrenament milloren els seus nivells de força muscular, frenen la hipotonia muscular, eviten l'augment de la hipermobilitat articular i milloren la postura.
- Aparell metabòlic i endocrí: el control del sobrepès, la regulació del metabolisme lipídic i la hiperuricèmia cal tenir-les en compte pel risc de malaltia coronària i alt risc cardiovascular que comporten.
- Des del punt de vista psicosocial: millora del concepte d'un mateix i de les conductes associades a la intel·ligència.

Les conseqüències pel que fa a la salut mental amb la pràctica d'exercici físic són:

- Millorar l'estat general de salut física i psíquica.
- Iniciar-se en la pràctica esportiva i aprendre a practicar l'activitat física individualment o en equip.
- Experimentar una desacceleració en el ritme de vida davant de les exigències de la competitivitat.
- Disminuir i canalitzar l'agressivitat verbal i física.
- Aplicar els coneixements i habilitats motrius durant la pràctica de l'activitat física.
- Desenvolupar la memòria motriu.
- Aprendre a reflexionar i a programar les respostes abans d'actuar.
- Organitzar el temps de cada activitat.
- Desenvolupar o millorar l'autocontrol i frenar la impulsivitat.
- Potenciar el grau de socialització, millorant la relació amb els altres.
- Respectar les opinions dels altres i assumir les decisions que ha pres la majoria.
- Augmentar el grau d'autoestima.
- Aprendre a cuidar les eines i materials que s'utilitzen en les activitats, respectant l'entorn de la pràctica esportiva.

- Aprendre a cuidar la integritat i la salut dels seus companys de pràctica esportiva.
- Adquirir hàbits: higiènics, dietètics, d'ordre, de respecte a les normes i els altres, de convivència i de diàleg.

Les alteracions específiques de la percepció sensorial i motora, la manera d'estructurar el seu entorn i els programes d'AF aplicats a la seva mesura fa que puguin maximitzar el potencial de les persones amb la SD i la pobra coordinació motora o la mostra d'una falta de delicadesa anomenada per diversos autors malaptesa (Angulo-Barroso et al., 2008; Jobling et al., 2006; Mazzone, Mugno, & Mazzone, 2004).

La pràctica d'AF proporciona a les persones amb la SD uns beneficis de salut, hi ha una millora dels nivells de força després d'un programa d'entrenament, igual que en la població general pot haver-hi un retard en l'aparició de l'osteoporosi gràcies a l'AF, així com menors efectes de l'artrosi. En canvi, s'ha de destacar que en la població amb la SD no se cerca un augment de la mobilitat articular quan hi ha una hiperlaxitud, sinó que el que es pretén és realitzar un augment del treball muscular per reforçar les articulacions, millorar la postura de l'individu i evitar la hipermobilitat articular, frenant la hipotonia muscular pròpia de la SD. La hipotonia i la laxitud no semblen ser factors etiològics principals en els problemes de les articulacions de les persones amb la SD (Burns & Gunn, 1995). Les activitats estructurades són per fomentar l'autoexpressió i l'adopció de decisions, amb la creació de danses i la suma de moviments treballant en parelles. Els exercicis d'aquest tipus tendeixen a construir vincles molt intensos entre els participants, a causa de l'efecte del desenvolupament del propi moviment que en la població amb la SD és convenient per millorar la força, reforçar el complex múscul-esquelètic de l'extremitat inferior, permetre seguretat en els patrons posturals i possibles millores en la seva qualitat de vida, així com per augmentar la seva autoestima, després de realitzar un programa d'AF beneficiós per a la seva salut (Serra & Bagur, 2004).

Des d'aquest punt de vista, altres investigadors demostren les millores en el rendiment dels individus amb la SD després de la pràctica d'un programa d'AF. Els estudis demostren que en els individus amb la SD s'observa una deficiència en el control postural

i motor, no són estables ni fixos, però són adaptables i modificables. Malgrat que, en certa manera, aquests dèficits depenen d'anomalies orgàniques, els programes d'intervenció física han obtingut millores de rendiment i revelen la importància dels factors funcionals en el desenvolupament motor (Almeida et al., 1994; Meegan et al., 2006; Spanò et al., 1999; Uyanik, Bumin, & Kayihan, 2003; Virji-Babul, Kerns, Zhou, Kapur, & Shiffrar, 2006; Webber et al., 2004).

Abans d'iniciar un programa d'exercici físic per a persones amb la SD, cal valorar els aspectes clínics característics d'aquesta població i així poder participar de l'AF en totes les seves formes. Els defectes congènits cardíacs són freqüents en un 40% i solen ser resoltos després del naixement. Els programes estan dirigits a millorar la composició corporal, la resistència cardiorespiratòria, la força, la resistència muscular, la flexibilitat i l'equilibri. La pràctica esportiva en persones amb la SD contribueix a millorar l'orientació espacial, la postura corporal, l'equilibri estàtic, la coordinació, la força muscular i la percepció motora. L'adquisició d'aquestes habilitats fan que les persones amb la SD se sentin integrades en l'àmbit educatiu, laboral, social i de l'oci en la nostra societat. Els programes d'exercici físic han de tenir en compte una sèrie d'elements: a) característiques del programa, b) parts de l'exercici, c) etapes de l'exercici, d) tipus d'exercici, e) duració de l'exercici, f) freqüència de l'exercici, g) intensitat de l'exercici (González-Agüero et al., 2011):

- a) Característiques del programa. Es recomana que sigui supervisat i ha d'incloure:
 - Valoració clínica prèvia.
 - Valoració dels hàbits d'exercici.
 - Consell sanitari.
 - Fites i la seva avaluació posteriorment.
 - Supervisió de l'evolució.
 - Realització de l'activitat en grup.
- b) Parts de l'exercici. S'ha d'estructurar en tres apartats:
 - Escalfament per preparar progressivament l'organisme. S'ha de tenir en compte quins exercicis d'estirament muscular i mobilització articular

implica. L'escalfament serveix per eliminar la rigidesa muscular del repòs, evitar lesions osteomusculars, posar en funcionament progressiu el cor i els pulmons, incrementar progressivament el flux sanguini a la musculatura i la seva temperatura, estirar el sistema muscular i tendinós, preparar-se psicològicament per a l'exercici i explicar les tasques a fer preferiblement amb una demostració pràctica. Aquesta fase dura entre 5-10 minuts i consisteix en exercicis de baixa intensitat.

- Part principal de desenvolupament dels exercicis amb una durada de 10-15 minuts i una intensitat moderada.
- Tornar a la calma reduint progressivament l'exercici per retornar a l'estat de repòs durant 5 minuts.

c) Les etapes de l'exercici són:

- L'etapa d'inici dura entre quatre o sis setmanes i l'exercici que cal realitzar ha de ser amb una intensitat suau, poc temps i poques vegades. S'ha d'intentar captar l'interès per la sessió amb activitats lleugeres i suaus, i evitar el cansament, el dolor o les molèsties.
- L'etapa de millora dura quatre o cinc mesos i augmenta els elements de prescripció cada dues o tres setmanes, així com la intensitat, la duració i la freqüència de l'exercici.
- L'etapa de manteniment comença a partir del cinquè o sisè mes, una vegada l'etapa anterior s'ha consolidat. La finalitat és mantenir l'estat de forma física assolida.

d) Els tipus d'exercici són:

- Resistència cardiorespiratòria: ha de ser amb activitats dels grans grups musculars i de forma rítmica i continuada, i amb una intensitat i duració adequada. Són les activitats que augmenten el consum màxim d'oxigen (exercici aeròbic 20 minuts), i fan treballar millor els sistemes cardiovascular i respiratori. La selecció de l'activitat ha de tenir en compte l'interès de l'activitat,

les preferències i el temps del qual es disposa, gaudir de l'activitat i l'accés a l'equipament i les instal·lacions necessàries.

- La força i la resistència muscular són aquelles activitats que requereixen un cert percentatge de la força i de la resistència muscular màxima de l'individu i baixa intensitat (12-15 repeticions). Cal recordar les característiques cardiològiques i osteoarticulars de la població amb la SD perquè es podrien agreujar.
- Flexibilitat: donada la hiperlaxitud de la població amb la SD s'haurà de tenir en compte de no forçar cap articulació i serà suficient amb una mobilitat articular general.
- Equilibri: les habilitats d'equilibri inclouen coordinació ull-mà, coordinació bilateral i moviments suaus i controlats del cos.

- e) Duració de l'exercici: va en funció de la intensitat i del nivell de condició física. Com més baix sigui el nivell, menys duraran les sessions. La duració pot començar de 12-15 minuts i augmentar fins a 20 minuts, sense comptar l'escalfament i la tornada a la calma. L'etapa de millora consistiria a augmentar la duració fins a 30 minuts.
- f) La freqüència de l'exercici seria al voltant de les tres sessions setmanals.
- g) La intensitat de l'exercici es recomana baixa o moderada.

L'ACSM recomana una valoració prèvia amb un reconeixement mèdic i esportiu específic que consta de tres apartats: a) història mèdica i esportiva, b) exploració dels aparells, c) proves funcionals (Durstine et al., 2009):

- a) Història mèdica i esportiva: el qüestionari s'ha de complimentar amb la revisió dels pares o tutors d'acord amb l'usuari. I ha d'incloure:
- Dades personals i de filiació
 - Antecedents familiars
 - Antecedents perinatals
 - Antecedents personals
 - Desenvolupament evolutiu psicomotor
 - Antecedents esportius

- b) Exploració dels aparells:
- Cardiovascular: auscultació cardíaca i pulmonar.
 - Respiratori: inspecció i auscultació clàssica, i espirometria.
 - Sistema nerviós: exploració dels reflexos i valoració de la coordinació, l'equilibri i la marxa.
 - Abdomen: exploració d'hèrnies, visceromegàlies i punts dolorosos.
 - Pell i oïda: observació de la pell per descartar patologies dermatològiques, i exploració otoscòpica per detectar possibles perforacions del timpà.
 - Aparell locomotor: exploració de la columna vertebral i de les extremitats.
- c) Proves funcionals:
- Cineantropometria i composició corporal.
 - Plecs cutanis o quantitat de teixit adipós subcutani de tríceps, subescapular, suprailíac, abdominal, cara anterior de la cuixa i part medial de la cama.
 - Perímetres o mesures de les circumferències del braç relaxat i amb contracció, avantbraç, cintura, maluc, cara medial de la cuixa i cama.
 - Diàmetres biacromial, biiliocrestal, biepicondili de l'húmer, bicondili del fèmur i biestiloideo del canell.
 - Valoració de la força isomètrica i explosiva.
 - Prova d'esforç per determinar els paràmetres electrocardiogràfics, ergomètrics i ergoespiromètrics.

2.5.3. Les arts escèniques: la dansa

La dansa es defineix com l'art d'expressar-se mitjançant el moviment del cos de manera estètica i a través d'un ritme amb música o sense. Les danses estimulen l'expressió de sentiments, emocions, estats d'ànims i la seva pràctica requereix un control i disciplina que desenvolupa una imaginació en relació amb l'expressió corporal. Les formes bàsiques de moviment del cos són: la locomoció, la gestualitat, la capacitat de mantenir-se adreçat i de fer girs amb el propi cos. Al voltant del moviment, també hi ha qualitats com el treball

de la força, la velocitat i la precisió, i factors de moviment com ara el temps, el pes i l'espai (Domínguez, Gómez, Hartmann, Hernández, & Palacios, s.d.).

L'expressió corporal desenvolupa la creativitat, els moviments amb ritme i certa estètica. L'expressió corporal és l'exteriorització de l'emoció que ens produeixen aquells estímuls interns i externs, que motiven els nostres moviments. És tota acció i gesticulació realitzada per comunicar-se amb els altres i amb un mateix. Està concebuda com un medi d'expressió física que contribueix al desenvolupament integral de la persona i li adjudica com a objectius conèixer i desenvolupar les qualitats expressives del cos, desenvolupar la creativitat i l'espontaneïtat de l'individu per tal de millorar les relacions socials. També l'expressió corporal acompanya el procés comunicatiu del llenguatge oral. La capacitat expressiva de la corporalitat, a través del gest, la dramatització, el mim i la dansa, són manifestacions comunicatives de les persones. És precisament en aquest potencial expressiu on les persones en discapacitats intel·lectuals i les persones amb la SD assenten les seves capacitats d'execució i de creació a través de l'acció corporal. L'expressió corporal pot desenvolupar-se en diferents àmbits (Stokoe, 2000):

- Àmbit físic i corporal: mitjançant la potencialització del desenvolupament corporal i la consciència dels límits, les possibilitats del moviment, la imatge i la postura.
- Àmbit psíquic: quan la imatge corporal i la percepció d'un mateix, incideixen en les actituds que es puguin expressar.
- Àmbit comunicatiu: tota comunicació clara implica una expressió. Aquestes expressions es prenen a partir dels fets quotidians, socials i de la pròpia espontaneïtat.
- Àmbit tècnic i artístic: s'embrèn tècniques corporals, tècniques relacionades amb la relaxació, tècniques en relació amb la correcció postural i saludables.

El ritme és una organització amònica, en l'espai i en el temps, d'una seqüència de moviments que s'entrellacen. Els exercicis poden basar-se en:

- Exercicis de recondicionament físic, que milloren l'elasticitat, l'equilibri i la postura.

- Exercicis de coordinació de moviments, que desenvolupen la imaginació, l'espontaneïtat, la receptivitat, la memòria i la concentració.
- Els moviments, en el temps i en l'espai, permeten experimentar el ritme corporal i la forma espacial.

L'expressió corporal en un medi espacial, rítmic i musical assenyala tres tendències:

- Tendència terapèutica: té com a objectiu l'alliberació de tensions de l'individu mitjançant la pràctica corporal.
- Tendència escènica: en relació tant amb el teatre com amb la dansa.
- Tendència pedagògica: l'objectiu és l'educació de l'individu.

Tenint en compte els àmbits i les tendències es conjuguen l'àmbit físic corporal i el tècnic i artístic, amb un caràcter escènic i terapèutic, que ofereix l'expressió corporal en les persones amb la SD amb una connotació socioeducativa. La finalitat de l'expressió corporal és contribuir a la integració del ser, constituint un tot harmònic en el qual el cos tradueixi fidelment la idea anímica de l'individu. Permet exterioritzar sentiments i emocions, a través dels moviments realitzats amb el cos, i fa possible la concentració i la relaxació d'acord amb un ritme (Gómez del Valle, 2002; Guerrero, Gil, & Perán, 2006).

La dansa és un exercici físic que té molts beneficis positius, tant des del punt de vista físic com psíquic, dels quals es poden beneficiar les persones amb desordres mentals de conducta; amb problemes físics, emocionals, neurològics o d'integració social; amb discapacitats motores, visuals, auditives, intel·lectuals i amb problemes d'aprenentatge (Wengrower & Chaiklin, 2008):

Els beneficis físics són:

- Estimula la circulació sanguínia i el sistema respiratori.
- Afavoreix l'eliminació de greixos i combat l'obesitat.
- Contribueix a la correcció de les males postures.
- Ajuda a guanyar elasticitat.
- Exercita la coordinació i l'agilitat dels moviments.
- Permet millorar l'equilibri i els reflexos.

- Desenvolupa l'expressió corporal, l'oïda i la memòria.

Els beneficis psíquics són:

- Desenvolupa la sensibilitat i ajuda a fluir els sentiments.
- Ajuda en el desenvolupament de la personalitat.
- Ajuda a la socialització.
- Relaxa i afavoreix l'alliberació d'adrenalina.
- Millora l'autoestima.
- Augmenta la confiança d'un mateix.

La dansa es descriu com un moviment i com una teràpia, per tant la dansa terapèutica és un tipus de tractament que dona bons resultats i proporciona grans beneficis a les persones amb diverses discapacitats. La seva aplicació es basa en la idea que el cos i la ment són inseparables, els estats emocionals interns es reflecteixen i es manifesten mitjançant el moviment, i així s'aconsegueix una bona salut integral. El ball estimula la coordinació motriu, a través d'activitats com: (1) equilibri corporal (a la barra i amb exercicis de base al centre); (2) activitats rítmiques; (3) activitats relacionades amb la consciència cinestèsia i la coordinació espacial (aprendre un nou pas de ball o a fer un salt); (4) activitats relacionades amb la vista i els peus (oculars i podals), i amb la vista i les mans (oculars i manuals). Les tècniques bàsiques utilitzades en la dansa terapèutica són (Contreras, 2010; Pérez & García, 2010):

- Tècniques de conscienciació corporal i desbloqueig muscular.
- Tècniques de desenvolupament de l'expressivitat emotiva a través del moviment i l'expressió corporal.
- Tècniques de treball corporal en grup i individual.

La dansa teràpia inclusiva o dansa integradora és una modalitat de la dansa que fa realitat el concepte d'inclusió i diversitat. Proposa projectes artístics i educatius que inclouen persones amb diversitat funcional i sense. Hi ha diversos projectes artístics que representen les tendències en l'àmbit de la dansa inclusiva. En comentem alguns representatius en l'àmbit internacional i nacional (Canalias, 2013):

- Dance Ability Project (Estats Units): és un mètode que té com a objectiu comprendre el potencial del propi moviment i l'impacte que aquest té en els altres. L'expressió que utilitzen per definir el seu treball és “dansa per a persones amb discapacitats diverses” (*mixed ability dance*). Segueixen el seu mètode companyies com ara Discapacidad Uruguay que formen professionals per treballar en grups amb persones amb la SD.
- Candoco Dance Company (Regne Unit): és una companyia pionera que ha servit de model a altres formacions europees. En la dansa inclusiva ha incorporat a les seves classes un treball tècnic combinat amb la improvisació.
- Foundation for Community Dance (Regne Unit): és una fundació per la dansa de la comunitat. Ofereix una àmplia gama d'oportunitats per a les persones amb DI; treballen des del punt de vista personal i d'expressió col·lectiva la promoció de les persones amb DI a la comunitat en general, les seves habilitats artístiques, les activitats de lleure actives i saludables, i les oportunitats professionals dins de la dansa i les arts.
- Danza Mobile (Espanya): és una associació sevillana que ha creat un centre ocupacional d'arts escèniques en el qual persones amb discapacitats (físiques, sensorials i intel·lectuals) utilitzen indistintament el terme de *dansa inclusiva* i *dansa integrada*, ja que treballen per la inserció laboral d'aquestes persones.
- Federación Nacional de Arte y Discapacidad (Espanya): la Fundació Psico Ballet Maite León és una entitat privada de Segòvia sense ànim de lucre dedicada a la integració social i laboral de les persones amb discapacitats físiques, psíquiques i/o sensorials a través de les arts escèniques. El seu objectiu és treballar la dansa inclusiva, l'expressivitat a partir del moviment i la plasticitat múltiple.

Tots aquests projectes coincideixen amb el fet que l'art és terapèutic i que la dansa inclusiva té una voluntat d'acció social. Ajuden a canviar la imatge que la societat té d'aquestes persones i inclouen el terme “d'intèrpret amb diversitat funcional”.

Al Regne Unit, A Dance Group for Children with Down Syndrome, i als Estats Units, les organitzacions Down Syndrome Association & Greater Cincinnati i l'organització

Heartsong, Inc. de Nova York, ofereixen actualment uns programes i esdeveniments d'art i teràpia musical per a persones amb la SD. Els programes consisteixen en unes sessions setmanals de 90 minuts, en què la primera part es dedica a les cançons, l'ús d'instruments musicals i a la dansa, i la segona part, a l'art i les manualitats. S'ha demostrat que el fet de tocar instruments musicals, escoltar música i fer activitats manuals estimula els sentits i millora l'atenció de les persones amb la SD que puguin presentar una dificultat en la comunicació verbal. Galey M. Cratty de l'organització Heartsong, Inc. de Nova York, directora i fundadora el 1992 de Heartsong, comenta que aquests programes basats a ballar amb música són terapèutics i tenen èxit practicats com a activitats en grup i per parelles. Els programes d'art, música i dansa per a les persones amb la SD són generalment oportunitats d'inclusió social. L'autoexpressió a través de l'art, com per exemple formant part de xous musicals (*Grease*, *Mamma Mia*), documentals i pel·lícules (*Los regalos de Emma*), organitzacions compromeses (Festival de Cine de l'Organització Sprout, Inc., i el programa VSA, arts), els dona l'oportunitat d'expressar les seves emocions i sentiments, i motiva la seva creativitat (Dance 21, s.d.; Down Syndrome Association of Greater Cincinnati, s.d.; Heartsong, s.d.).

A Madrid hi ha la Compañía Elias Lafuente, que està integrada per ballarins amb DI i que tenen un projecte anomenat *Danza Down*, i que fa dansa amb persones amb la SD per afavorir el seu desenvolupament personal, millorar la capacitat d'expressió, comunicació i creativitat. Així com beneficiar-los en la salut física i mental (Compañía Elias Lafuente, s.d.).

A Catalunya, l'atenció precoç es concreta en una xarxa de Centres de Desenvolupament Infantil i Atenció Precoç (CDIAP). L'enfocament interdisciplinari té com a objectiu principal optimitzar i acompanyar el curs del desenvolupament del nen potenciant les seves capacitats. Les intervencions basades en teràpies poden consistir a jugar, ballar, musicoteràpia, teatre, natació i des de la fisioteràpia oferir la possibilitat d'experimentar amb el moviment: treball propioceptiu i facilitació del bon control postural mitjançant mètodes com ara la reeducació postural global. Totes aquestes teràpies ajuden a desenvolupar i a estimular el nen utilitzant diferents mètodes, tècniques i exercicis (Buzunáriz & Martínez, 2008). Moltes persones amb la

SD estan involucrades en programes d'art, música, teatre, dansa en escoles i comunitats amb discapacitat i sense. La participació en activitats artístiques té un impacte positiu des del punt de vista cognitiu, físic i social. El desenvolupament motor dels nens amb la SD es caracteritza per un retard en l'adquisició dels ítems motrius, la motricitat gruixuda i fina, el control visual, la velocitat, la força i l'equilibri. La motricitat implica una bona funcionalitat i uns bons patrons de moviment que milloren amb la intervenció d'atenció precoç (Alcañiz, 2007).

La Fundació Catalana Síndrome de Down (FCSD) és una entitat privada que està inscrita en el Registre de Fundacions de la Generalitat de Catalunya. El caràcter pioner de la fundació fa que sigui un punt de referència consultat per entitats públiques i privades de dins i fora de l'Estat espanyol. L'esperit que vol transmetre la FCSD és el que les persones amb la SD tenen unes capacitats inherents i un dret a rebre els recursos adequats a les seves necessitats individuals, per tal d'optimitzar el seu desenvolupament. En el seguiment en l'etapa escolar treballen a partir de tallers de música i de teatre. S'utilitza la música amb l'objectiu d'aconseguir millores en la comunicació, en la capacitat de memòria i en la capacitat creadora. Es treballa l'educació de l'oïda, la qualitat dels sons, el ritme, la cançó, la dansa i la creativitat. El teatre proporciona diferents formes de comunicar i expressar els sentiments mitjançant el moviment i el llenguatge verbal i no verbal. En un context lúdic, els nens desenvolupen la imaginació i la creativitat, descobreixen les diferents possibilitats del seu cos i potencien el treball en grup, la cooperació i la responsabilitat. Una de les fundacions inscrites és la Fundació Astrid 21. És una fundació privada sense ànim de lucre que té com a objectiu principal que tota persona amb la SD o una altra discapacitat psíquica tingui, com qualsevol altra persona, un lloc a la societat i la seguretat que podrà prosperar i millorar la seva qualitat de vida (Fundació Catalana Síndrome de Down, s.d.).

A Barcelona, Psico-Art Fundació de Catalunya és un centre de dansa per a persones amb DI de totes les edats. Donen suport a la idea que no només és una activitat educativa i de formació, una disciplina en els projectes curriculars de l'educació en escoles regulars, sinó també en les escoles d'educació especial. Les persones amb DI han de gaudir de les activitats estandarditzades i els beneficis terapèutics de la dansa hi estan implícits. La dansa els obre

vies físiques, psicològiques, cognitives, motores, socials i educatives (Niort, Hernández, & Bofill, 2010).

Els programes de dansa educativa, que desenvolupen tècniques de ball acompanyades de música, tenen com a propòsit enriquir i complimentar el sistema d'educació integral per a les persones amb la SD (Wejebe, Ayala, & Montes, 2003). Aquests programes basats en la dansa els fa més lliures en relació amb el moviment i millora el seu llenguatge corporal i verbal. La dansa és molt eficaç per als desajustaments del moviment, ja que un component clau del ball és una correcta i bona alineació postural. També fan especial èmfasi en la musicalitat i el ritme, ja que els desperta les emocions i els sentiments (Zemcik, 2014).

També els programes basats en l'ensenyament i aprenentatge musical desenvolupen les habilitats de crear i aplicar tot tipus d'elements lúdics per fomentar obertura de canals de comunicació i expressió. Els seus objectius són estimular la participació i les relacions socials, relacions d'afecte i autoestima, afavorir destreses motrius, la psicomotricitat global, l'expressió corporal i estimular les capacitats d'atenció i memòria (Vitoria, 2005).

La dansa és una activitat amb un vessant artístic i social que és beneficiós des del punt de vista físic, psicològic i emocional. Dupont & Schulmann (1987) apliquen un programa de dansa en què el seu disseny integra el ballet i les tècniques de ball tradicional amb teràpia física. El programa incorpora una guia tàctil, el ritme, audició i visió, i un treball per millorar l'aprenentatge motor. Pineda & Pérez (2011) i Stratford & Ching (1989) plantegen l'enfocament didàctic basat en aspectes creatius, com ara la música, la dansa i el moviment, que poden afectar de manera significativament el desenvolupament i rendiment motor a partir dels estímuls rítmics i musicals per obtenir unes respostes físiques. La musicoteràpia és un mètode terapèutic que, especialment amb nens amb la SD, contribueix a visualitzar els avenços en diferents àrees del llenguatge, aprenentatge i de la socialització, així com a millorar la qualitat de vida dels nens i de les seves famílies.

Jobling et al. (2006) parteixen d'un marc per al desenvolupament del llenguatge del moviment i es basen en l'ús dels conceptes bàsics: espai, pes, temps i flux, descrits per Laban (1956) com un enfocament de l'educació del moviment. L'enfocament del programa de

dansa creativa es basa en: 1) desenvolupar la consciència del cos, de l'espai i de l'esforç; 2) desenvolupar el llenguatge del moviment; 3) determinar un temps suficient per a l'exploració i la pràctica; 4) potenciar la comunicació i la interacció amb els altres.

L'atenció primerenca i l'aplicació de la teràpia física basades en AF, en dansa, en natació, en jocs i música, entre d'altres, ajuden a desenvolupar i a estimular les persones amb la SD des de la infantesa fins a l'edat adulta (Alcañiz, 2007). L'objectiu de la teràpia física primerenca és reduir al mínim el desenvolupament de patrons de moviments compensatoris anormals que els nens amb la SD són propensos a desenvolupar. La teràpia física primerenca fa una diferència decisiva en el resultat funcional a llarg termini dels nens amb la SD. Més enllà d'aquest objectiu, hi ha una oportunitat addicional que la teràpia física posa a disposició dels pares. Atès que el desenvolupament motor gruixut és la primera tasca d'aprenentatge, el nen amb la SD ofereix als pares la primera oportunitat d'explorar com el seu nen aprèn. Cada vegada hi ha més proves que els nens amb la SD tenen un estil únic d'aprenentatge. La comprensió de com els nens amb la SD aprenen és crucial per als pares que desitgen facilitar el desenvolupament de les habilitats motores gruixudes, així com contribuir a l'èxit en altres àrees de la vida, incloent el llenguatge, l'educació i el desenvolupament d'habilitats socials (Winders, 2001).

La dansa, acompanyada per la música com a treball de l'expressió corporal i comunicació, és una eina indispensable per a l'educació dels nens amb la SD i de les DI en general. El treball de la memòria i de la imatge mental mitjançant els moviments de dansa és determinant en la interpretació com a activitat educativa i formativa. És una eina que forma part d'una disciplina que no només es reflecteix en els projectes de l'educació en escoles ordinàries, sinó també en escoles d'educació especials (Niort et al., 2010; Sooful, Surujlal, & Dhurup, 2013).

Participar en activitats de recreació per millorar el desenvolupament físic, social i emocional és recomanable. La inclusió de les persones amb discapacitat, i en especial les persones amb la SD, en aquestes activitats i programes d'arts escèniques i de dansateràpia continua sent un desafiament (Becker & Dusing, 2010; Zemcik, 2014). Reinders, Bryden,

& Fletcher (2015) en el seu estudi aplica un programa de ball inclusiu amb nens i joves amb necessitats especials i en persones amb la SD. En els seus resultats conclou que calen programes de dansa inclusiva, ja que la dansa és una activitat beneficiosa des del punt de vista físic, psicològic i social.

Una altre aspecte és que, a causa de les deficiències neurològiques en les persones amb la SD, els és beneficiós el treball a partir de percussions amb un tambor per introduir el moviment unimanual i bimanual. Per dur a terme aquest moviment han de seguir les instruccions visuals i auditives. Els resultats suggereixen que la instrucció visual proporciona la millor informació visual per a les persones amb la SD per ajudar en la realització de diferents tipus de moviment (Ringenbach, Mulvey, Chen, & Jung, 2012). La tendència és dissenyar i implementar programes basats en exercicis específics de gimnàstica i ball dirigits a millorar la condició física a través de la pràctica de l'AF adaptada, perquè la gimnàstica i la dansa adaptada donen lloc a la millora del desenvolupament d'habilitats d'autonomia personal, d'habilitats motores, de la capacitat d'autocontrol i del desenvolupament físic i psicomotriu (Moraru, Hodorca, & Vasilescu, 2014).

CAPÍTOL

3

OBJECTIUS I HIPÒTESI

3. OBJECTIUS I HIPÒTESI

Objectiu principal:

Valorar el contacte plantar i l'equilibri en situacions de bipedestació estàtica en adults joves amb la SD, abans i després d'aplicar un programa d'AF de 18 setmanes de durada basat en la dansa.

Objectius secundaris:

Validar i fiabilitzar un instrument de mesura per a l'empremta plantar en població general i amb persones amb la SD, a partir de l'estàndard d'or pels índexs podològics.

Descriure i classificar el tipus d'empremta plantar en la població d'estudi.

Dissenyar el programa d'AF específic basat en exercicis de dansa.

Aplicar el programa d'AF com a intervenció als joves amb la SD i sense.

Comparar l'empremta plantar en la població d'estudi abans i després d'aplicar el programa d'AF basat en la dansa.

Descripció del comportament dels paràmetres cinètics del COP, l'àrea d'oscil·lació, els desplaçaments en sentit AP, ML i el màxim desplaçament i les freqüències AP i ML, comparant les dues poblacions d'estudi amb la SD i sense.

Comparar els paràmetres cinètics del COP segons la condició visual d'UO i UT.

Comparar els paràmetres cinètics del COP abans i després d'aplicar el programa d'AF basat en la dansa.

Hipòtesi:

L'aplicació d'un programa d'AF basat en exercicis de dansa durant 18 setmanes aporta millores en l'equilibri i el control de la postura en els adults joves amb la SD.

CAPÍTOL

4

MÈTODES I RESULTATS

4. MÈTODES I RESULTATS

4.1. Plantejament general

L'estudi de l'*Anàlisi del contacte plantar i l'equilibri en bipedestació estàtica en joves amb la Síndrome de Down sotmesos a un programa d'activitat física basat en la dansa* es realitza amb l'objectiu d'analitzar el contacte plantar a partir de les empremtes dels peus i poder-les classificar tipològicament, així com avaluar l'equilibri dempeus en posició estàtica de la població d'estudi. D'acord amb l'objectiu general del projecte, es van plantejar diversos objectius específics que, un cop estudiats, han generat diversos articles amb els resultats obtinguts.

La publicació 1 amb el títol *Reliability and validity of the footprint assessment method using photoshop CS5 software* es du a terme amb l'objectiu de validar i fiabilitzar un instrument de mesura en la població general.

La publicació 2 amb el títol *Reliability and validity of the footprint assessment method using Photoshop CS5 software in young people with Down syndrome* es porta a terme amb l'objectiu de validar i fiabilitzar un instrument de mesura en la població amb la SD.

La publicació 3 amb el títol *Estudio comparativo de las huellas plantares en jóvenes con síndrome de Down* es realitza amb l'objectiu d'analitzar, mesurar i classificar les empremtes plantars mitjançant els índexs podològics (estàndard d'or) en la població d'estudi.

La publicació 4 amb el títol *Analysis of centre of pressure in standing position in young subjects with Down Syndrome* es porta a terme amb l'objectiu de descriure les variables de la mostra abans d'aplicar un programa d'AF basat en la dansa.

La publicació 5 amb el títol *Comparison of static balance on platform in young adults with Down syndrome before and after a dance program* es du a terme amb l'objectiu de descriure les variables de la mostra després d'aplicar un programa d'AF basat en la dansa.

4.1.1. Selecció dels participants, reclutament i aprovació

Els participants per a l'estudi es van reclutar en diferents fases. La primera va consistir en unes reunions informatives prèvies amb l'equip directiu de l'escola i el taller pedagògic i terapèutic Jeroni Moragas, i amb les facultats FPCEE i FCS Blanquerna, per plantejar la finalitat de portar a terme el projecte amb la seva col·laboració com a institucions.

La segona fase, per tal de complir amb els requisits ètics d'aquest estudi, es va dur a terme d'acord amb les directrius establertes en la Declaració d'Hèlsinki, i tots els procediments van ser aprovats per la Comissió d'Ètica i Recerca de la FPCEE de la Universitat Ramon Llull (Annex 2. Aprovació Comissió Ètica i Recerca). Es van fer diverses reunions amb els pares i tutors legals dels joves amb la SD i els estudiants d'ambdues facultats que participaren com a grup de control, que van informar sobre l'estudi. Se'ls va explicar amb detall l'objectiu de l'estudi i de què constava la intervenció, explicant-los a quines proves mèdiques exploratòries serien sotmesos, i se'ls va informar dels seus possibles beneficis i riscos adversos i dels dubtes que van sorgir. Abans de fer cap prova i intervenció, a cadascun d'ells se'ls va lliurar una carta amb un full informatiu en què s'explicitava el propòsit de l'estudi per escrit perquè estiguessin del tot informats (Annex 3. Fulls informatius de la població mostrejada, Annex 3.1. Full informatiu per a l'usuari de població general i Annex 3.2. Full informatiu per a l'usuari amb la síndrome de Down). Un cop acceptaven participar en l'estudi firmaven el full de consentiment informat (Annex 4. Consentiment informat).

De tots els candidats a participar en l'estudi, després es van seguir els criteris d'inclusió i exclusió establerts per poder completar la mostra final. Tanmateix també es disposava de la carta de renúncia a l'estudi (Annex 5. Carta de renúncia), en cas que algun dels participants decidís abandonar l'estudi de manera voluntària.

La mostra per a l'estudi de validació de les empremtes plantars és més àmplia tant per als subjectes amb la SD i sense en relació amb la mostra de l'estudi d'intervenció. La mostra per a l'estudi de validació va constar de 43 participants (22 subjectes amb la SD i 21 subjectes de població general o grup control, GC). Els subjectes amb la SD pertanyen a l'escola i al taller de Jeroni Moragas i els subjectes sense la SD pertanyen a la facultat. En

canvi la mostra per a l'estudi de la intervenció va constar de 22 participants (11 subjectes amb la SD i 11 subjectes GC). El motiu es deu al fet que els subjectes amb la SD pertanyen a l'escola i tenen en el seu marc curricular l'educació física; en canvi els subjectes del taller no en fan i per tant no es podia aplicar la intervenció d'AF, tenint en compte l'adherència al programa. Per aquest motiu, la mostra és de conveniència i no aleatoritzada.

4.1.2. Variables de l'estudi

4.1.2.1. Dades sociodemogràfiques

Les dades sociodemogràfiques es van recopilar a partir de l'anamnesi, sol·licitant dades personals i de filiació, com per exemple l'any de naixement, el CI per tal de tenir el percentatge de DI, antecedents familiars i antecedents personals fisiològics i patològics, així com aficions de lleure relacionades amb l'AF i els esports. Aquestes dades van ser recopilades en la història clínica (Annex 6. Història clínica).

4.1.2.2. Mesures antropomètriques

Per la presa de les diferents mesures antropomètriques, es van seguir les normes i tècniques de mesura descrites per la Societat Internacional pels Avenços de Cineantropometria (International Society for the Advancement of Kinanthropometry, ISAK) (International Society for the Advancement of Kinanthropometry, 2001).

Les mesures antropomètriques són:

- Talla (cm): la talla fou mesurada mantenint el cap dels subjectes en el pla de Frankfurt, emprant un tallímetre model Seca 713®, Vogel & Holke Hamburg, Alemanya, Fabr. Nr.909080, amb un rang de mesura: 3,5-230 cm; precisió: 1mm.
- Pes (kg): el pes corporal es va determinar situant el subjecte en el centre de la balança, en posició estàndard erecta, vestit amb roba interior o similar, i sense sabates. Es va emprar una balança model Seca 761®, Vogel & Holke Hamburg, Alemanya, Fabr. Nr.941975, amb un rang de mesura: 0-200 kg, precisió: 50 g.

- Perímetres de la cintura i del maluc (cm): els perímetres es van mesurar amb una cinta mètrica flexible no extensible model W606PM, Lufkin, TX, EE.UU. Es van mesurar els perímetres de la cintura i del maluc a nivell del gluti.

4.1.2.3. *Indicadors antropomètrics*

A partir de les mesures antropomètriques es van determinar i calcular els índexs com a paràmetres indicatius de la distribució de teixit gras (Cabañas Armesilla & Esparza Ros, 2009; Sociedad Española para el Estudio de la Obesidad, 2000):

- Índex de massa corporal (IMC): es va calcular a partir del pes corporal dividit pel quadrat de la talla. $IMC = \text{pes (kg)} / \text{talla}^2 \text{ (m}^2\text{)}$. Dóna el grau d'obesitat.
- Índex cintura/maluc (ICM): es va calcular a partir dels perímetres de la cintura i els glutis per tenir una mesura en relació amb el sobrepès. $ICM = \text{cintura (cm)} / \text{maluc (cm)}$. Informa sobre la distribució del greix corporal i el risc cardiovascular.
- Índex de Bouchard (IB): es va calcular a partir de la relació entre el pes i la talla. $IB = \text{pes (kg)} / \text{talla (m)}$.
- Índex Ponderal (IP): es va calcular a partir de la relació entre la talla i el pes. $IP = \text{talla (cm)} / \text{pes (kg)}$.

4.1.2.4. *Examen morfoestàtic en bipedestació*

Mitjançant l'observació clínica es va realitzar un examen morfoestàtic dels peus en bipedestació per determinar l'alineació corporal i la tendència a la tipologia anterior i la posterior, així com per segments articulars de les extremitats inferiors i del raquis (tendó d'Aquil·les, la volta plantar, la tendència a un tipus de peu valg o var, i buit i pla).

4.1.2.5. *Registre i anàlisi del contacte de l'empremta plantar*

Un cop realitzat l'estudi morfoestàtic del peu en relació amb l'orientació del tendó d'Aquil·les, la volta plantar, la tendència a un tipus de peu valg o var, i buit i pla, es va passar a enregistrar la imatge de l'empremta plantar per tal de procedir a la seva anàlisi respecte al contorn. La imatge es va obtenir amb una càmera digital (Panasonic DMC-FS35, Panasonic Corporation of North American Newark, New Jersey) i un podoscopi simple (llum

directe, cromat 220 V, 60x45x33 cm). Per a l'anàlisi i processat de les dades, es va emprar el Photoshop CS5 software (Adobe Systems Inc, San Jose, Califòrnia).

4.1.2.6. *Paràmetres cinètics de l'equilibri*

Per determinar la situació del COP en bipedestació es van tenir en compte els eixos del moviment del COP del cos, que són: l'eix X o eix ML i l'eix Y o eix AP.

Pel que fa a les variables biomecàniques concretes de l'estudi, es van enregistrar els següents paràmetres cinètics del COP tenint en compte la condició visual:

- Les amplituds del ROM AP, ML, l'àrea d'oscil·lació i el màxim desplaçament calculat en cm.
- Les freqüències AP i ML calculat en Hz.
 - La plataforma de forces (AMTI-USA, model SGA6-4, número 3711) que es va utilitzar en aquest estudi estava situada al terra en un pla transversal i permet calcular les coordenades del subjecte en la posició en bipedestació estàtica tant en l'eix AP com el ML. Els peus en bipedestació es posicionen a la plataforma de forces determinant els eixos de les coordenades X o horitzontal i la Y o vertical per dividir la superfície en quatre quadrants: quadrant superior dret i esquerre, i el quadrant inferior dret i esquerre.

4.1.3. **Resum de la intervenció**

El programa d'AF basat en la dansa va ser dissenyat a partir de la tècnica de la dansa clàssica, moderna i creativa. Es va aplicar durant 18 setmanes tenint en compte el marc curricular de l'escola i de la facultat i amb una freqüència de 90 minuts dos cops per setmana, a través de diferents tipus d'exercicis –escalfaments, exercicis de centre, equilibri, propioceptius, de coordinació, coreografia, improvisació i de relaxació– per treballar capacitats i qualitats com ara la resistència aeròbica, la força i l'equilibri. Les sessions s'acompanyaven sempre de música variada. A la taula 11 pot veure's un esquema que resumeix els principals elements del programa d'intervenció. Es pot consultar el protocol d'intervenció complert a l'annex 7. El perfil del professional de les dues persones que lideren el programa d'AF basat en la dansa

són fisioterapeutes amb experiència en l'àmbit de l'AF i de la DI. Aquest programa s'ha construït basant-nos en les idees i referències de diferents autors experts (Bantulà, Busto, & Carranza, 1990; Calais-Germain & Lamotte, 2009; Calvo, 2001; Canales, 2010; Chu, 1999; Einsingbach & Wessinghage, 2002; Franklin, 2006; González-Agüero et al., 2011; Kempf, Schmelcher, & Ziegler, 1999; Kempf, Ziegler, & Schmelcher, 2007; King & Green, 2003; Laban, 1956; Mateu, Durán, Troguet, & Cases, 2006; Wejebe et al., 2003)

Taula 11:

Esquema i descripció del programa d'activitat física basat en la dansa

COMPONENTS	PRINCIPALS ELEMENTS DE L'ACTIVITAT
Part 1: Exercicis d'escalfament (10 minuts)	Identificació de les diferents parts del cos Exercicis suaus selectius de preparació articular i muscular de les extremitats i del tronc Moviments globals de tronc i d'extremitats
Part 2: Etapa principal (70 minuts)	
Part 2.1: Exercicis específics de centre i d'equilibri (30 minuts)	Presca de consciència de l'esquema corporal Treball de la base de sustentació Aprentatge en transferir el pes del cos Reforçament muscular amb i sense barra Treball de l'equilibri monopodal i bipodal Treball propioceptiu amb estris que provoquen inestabilitat Treball de força i flexibilitat modificant la condició visual
Part 2.2: Exercicis de coreografia (20 minuts)	Desequilibris amb desplaçament espacial Salts amb diferents materials Elements acrobàtics Elements de ball basats en obres musicals
Part 2.3: Exercicis d'improvisació (20 minuts)	Joc del mirall Simulacions gestuals Imitació Dansa lliure i creativa Comèdia facial i corporal
Part 3: Tornada a la calma (10 minuts)	Deambulació lenta i lliure per la sala Tècniques de relaxació Exercicis respiratoris

Nota. Font: Elaboració pròpia a partir del disseny del programa d'AF basat en dansa

4.1.4. Recollida de dades

Totes les dades que van recollir-se per a la seva posterior anàlisi van ser emmagatzemades en un quadern de recollida de dades. Aquest quadern es va omplir per a cada participant individualment. Inclou totes les dades sobre la història clínica, la composició corporal, l'exploració per aparells, l'estudi podoscòpic, tant manual com amb Photoshop CS5 (annex 6), el programa d'AF basat en la dansa (Annex 7) i el registre d'assistència per controlar l'adherència a la intervenció (annex 8).

4.1.5. Resum de l'anàlisi estadística

Totes les anàlisis dels diferents estudis es van realitzar amb el programari IBM-SPSS 21.0 (SPSS, Inc, Chicago, IL). En tots els casos es va analitzar la qualitat de les dades abans de procedir a analitzar-les. Per resumir les variables quantitatives es van calcular els estadístics pertinents (mitjana i desviació estàndard o mediana i rang interquartil segons procedís), i per les variables categòriques es va realitzar el recompte de freqüències i càlcul de percentatges. Els paràmetres resultants es van acompanyar dels corresponents intervals de confiança. La fiabilitat de les mesures preses amb el Photoshop CS5 es va valorar calculant el coeficient de correlació intraclasse (intraclass correlation coefficient, ICC). Quan va ser necessari comprovar les diferències entre grups, es van utilitzar les proves t-test o U de Mann-Whitney, segons s'acomplissin o no les condicions d'aplicabilitat, i quan la comparació va ser intrasubjecte, es va utilitzar la prova W de Wilcoxon. El nivell de significació va ser de 0.05 en tota l'anàlisi.

4.2. Publicació 1

Gutiérrez-Vilahú, L., Massó-Ortigosa, N., Costa-Tutusa, L., & Guerra-Balic, M. (2015). Reliability and validity of the footprint assessment method using photoshop CS5 software. *Journal of the American Podiatric Medical Association*, 105 (3), 226 – 232. doi.org/10.7547/0003-0538-105.3.226.

ORIGINAL ARTICLES

Reliability and Validity of the Footprint Assessment Method Using Photoshop CS5 Software

Lourdes Gutiérrez-Vilahú, MSc*
 Núria Massó-Ortigosa, MD, PhD*
 Lluís Costa-Tutusaus, MSc*
 Myriam Guerra-Balic, MD, PhD†

Background: Several sophisticated methods of footprint analysis currently exist. However, it is sometimes useful to apply standard measurement methods of recognized evidence with an easy and quick application. We sought to assess the reliability and validity of a new method of footprint assessment in a healthy population using Photoshop CS5 software (Adobe Systems Inc, San Jose, California).

Methods: Forty-two footprints, corresponding to 21 healthy individuals (11 men with a mean \pm SD age of 20.45 ± 2.16 years and 10 women with a mean \pm SD age of 20.00 ± 1.70 years) were analyzed. Footprints were recorded in static bipedal standing position using optical podography and digital photography. Three trials for each participant were performed. The Hernández-Corvo, Chippaux-Smirak, and Staheli indices and the Clarke angle were calculated by manual method and by computerized method using Photoshop CS5 software. Test-retest was used to determine reliability. Validity was obtained by intraclass correlation coefficient (ICC).

Results: The reliability test for all of the indices showed high values (ICC, 0.98–0.99). Moreover, the validity test clearly showed no difference between techniques (ICC, 0.99–1).

Conclusions: The reliability and validity of a method to measure, assess, and record the podometric indices using Photoshop CS5 software has been demonstrated. This provides a quick and accurate tool useful for the digital recording of morphostatic foot study parameters and their control. (J Am Podiatr Med Assoc 105(3): 226-232, 2015)

Numerous studies analyze foot support and propose different analytical methods of clinical evaluation based on morphologic and biomechanical features. They are conducted using different instruments to measure the surface and contour of the footprint and the pressures that appear on the plantar surface, thereby obtaining a classification according to the type of support. These parameters may be obtained from images supplied by podiatric medical devices that allow the calculation of podiatric medical parameters, indices, and angles that are useful for clinical practice and investigation.¹

Evaluation using a high-resolution electronic podoscope shows the load distribution for each of

the metatarsals.² Plantar footprints are also obtained by means of the photopodogram,³ the photopodoscope,⁴ the pedograph,^{5,6} and the use of ink print on paper.⁷ The computerized baropodometer (Pel-38; Medical School in Toulouse, France) is another alternative analysis to quantify plantar contact surface and to determine flatfoot;^{8,9} diagnosis by means of radiography^{10,11} and a transconductor system (Emed-ST4^{12,13} and Emed XR¹⁴; Novel GmbH, Munich, Germany) are used to evaluate foot arches, medial longitudinal arch, and the relation between the forefoot and the hindfoot. Other studies analyze footprint parameters according to the transverse and longitudinal arches¹⁵ in relation to the height of the navicular.¹⁶ There are studies on the reliability and validity of several types of medial longitudinal arch assessments using pedobarography¹³ and radiography^{11,17} that are often used for diagnosing flatfoot. Evaluation of the medial longitudinal arch and the plantar arch indices¹⁸ can also be performed with optoelectronic markers to

*Blanquerna School of Health Sciences, University Ramon Llull, Barcelona, Spain.

†Blanquerna Faculty of Psychology, Education, and Sports Sciences, University Ramon Llull, Barcelona, Spain.

Corresponding author: Núria Massó-Ortigosa, MD, PhD, Blanquerna School of Health Sciences, University Ramon Llull, C/Padilla, 326–332, 08025 Barcelona, Spain. (E-mail: nuriamo@blanquerna.url.edu)

analyze the static and dynamic foot measurements. Also, the Harris-Beath view classifies the footprint according to the function of the appearance of the longitudinal and transverse arches and the calcaneal position.^{10,12,14,15,19,20} Digitized images obtained from radiography, ultrasound, Emed-ST4, and Harris and Beath view have been used to measure the appearance of the plantar arch, to obtain indices, and classify the foot type.²¹

Other reviews of methods applied for the diagnosis of flatfoot deformity, such as visual inspection, radiographs²² for anthropometric calculations, plantar arch angles, and the relationship between the Harris-Beath measurements and physical examination findings, have been frequently used.¹⁰ Also, the comparison of several measurements with digital photography and radiographic calipers,^{23,24} platinum digital scanners,²⁵ and laser scanners²⁶ are used for assessing the talar position and calculating indices. A pressure mat (Musgrave Systems Ltd, Wrexham, United Kingdom) placed on a walking surface has been used to validate the Staheli Arch Index (AI), Chippaux-Smirak Index (CSI), and navicular height measurements.²⁷ Therefore, extensive research has been performed on the reliability, validity, review, and comparison of methods using different tools to analyze and classify the foot while using the footprint.

Footprint static assessment by a Podomed pedometer (Escuela de Ingeniería de Antioquia, Medellín, Colombia) has been used for calculating foot indices.²⁸ Cobb et al²⁹ and Fascione et al¹⁴ verified the reliability of podometric index calculation using digital photography, electronic pedography, and ink mat to quantify foot structure and relate it to its position and function. These indices are used for foot assessment in the general population and in athletes,³⁰ as well as for determining the morphological type of foot and the dominant limb.^{5,31}

The CSI,^{32,33} the AI,^{32,34} and the Clarke angle (CA)³² classify feet into three types: normal, flat, and cavus pronation. The CSI evaluates the occupation of the midfoot on a smooth surface. The mean \pm SD reference value is 35 ± 10 . Higher values determine a flattening or pronation trend, and lower values a trend toward a cavus foot. The AI provides a link between the midfoot and the heel. The reference range is 0.600 to 0.699. Higher values determine a flattening or pronation trend, and lower values a trend toward a cavus foot. The CA evaluates the foot's longitudinal arch. The mean \pm SD reference range is $38^\circ \pm 7^\circ$. Higher values determine a trend toward a cavus foot, and lower

values a trend toward flattening or pronation. These indices, therefore, measure the footprints and classify them as flat, normal, or cavus foot depending on the calcaneus position and the relationship between the forefoot, hindfoot, and midfoot. The Hernández-Corvo Index (HI) is a widely used set of indices that measure the plantar contour and classify feet into seven types by occupation: flat, 0%-34%; flat-normal, 35%-39%; normal, 40%-54%; normal-cavus, 55%-59%; cavus, 60%-74%; strong cavus, 75%-84%; and extreme cavus, 85%-100%.

Photoshop CS5 software (Adobe Systems Inc, San Jose, California) is easy-to-use, inexpensive software that allows the parameters of podometric indices to be calculated. The cost of the software was \$1,644 (Adobe Systems Software Ireland Ltd, Dublin, Ireland). Those indices have previously been described by other researchers using a manual method.^{16,32} Photoshop CS5 software operates with Windows XP, Windows Vista, and Windows 7. Its usefulness for managing and editing photographs and images is quintessential, and these tools allow clinicians to perform calculations and complete podometric compositions. Multiple options, such as layers, resolution adjustment, lines, cut, enlarge, and filters can be selected and managed. This software provides the data in pixels and allows numerical scales to be modified for subsequent calculation of the index formulas.

Reliability is the assessment of the reproducibility of the findings of the investigation. It refers to the consistency of a specific measurement. The ability of the same tester to produce consistent repeated measures of a test is known as test-retest reliability. Concurrent validity refers to how well one measure is correlated with an existing gold standard measure.³⁵ The reliability of the manual method to obtain the podometric indices has been previously demonstrated by other authors.¹⁴ The indices obtained manually are considered the gold standard.¹⁶

Although there are many techniques available for footprint examination, many of them seem to be difficult to apply in a clinical situation or may require extensive training, which is not always feasible for all practitioners.

The objective of this study was to assess the reliability and validity of a method using Photoshop CS5 software to obtain podometric indices in the study of the footprint to facilitate its application in an easy and quick way.

Methods

Sample

The sample consisted of 21 healthy individuals, 11 men (mean \pm SD age, 20.45 \pm 2.16 years) and 10 women (mean \pm SD age, 20.00 \pm 1.70 years). Healthy individuals recruited from the university took part in a noninvasive clinical assessment. Approval was obtained from the institutional review board of Blanquerna Faculty of Psychology, Education, and Sport Sciences (University Ramon Llull, Barcelona, Spain). Each participant received verbal and written information, and their informed consent was provided before the beginning of data collection. Participants met the following inclusion criteria: healthy, young individuals with no history of trauma or surgery in the lower-limb joints. The exclusion criteria were neuromuscular, vestibular, and neurologic pathologic abnormalities; orthopedic pathologic disorders; and use of prescribed medicine that can suggest postural or muscle tone changes.

Participant demographic data were collected, a medical history was taken, a detailed biomechanical examination of the musculoskeletal system was conducted, and body composition in relation to adipose tissue was assessed. The following participant descriptive data were obtained: age, weight, height, and waist and hip circumferences. These variables were used to calculate 1) body mass index (BMI; calculated as weight in kilograms divided by height in meters squared), relating weight and body surface to show obesity degree (a value of 19–27 was considered normal for adults); 2) the Bouchard Index, relating weight to height; 3) the ponderal index, assessing the somatotype (considering 43 cm/kg the normal value for healthy adults); and 4) the waist and hip circumference index, relating the body's visceral fat (reference values in women are 0.71–0.84 cm and in men are 0.78–0.94 cm).³⁶ Higher values are considered an android profile (adipose tissue is distributed predominantly in the trunk and abdomen), and lower values a gynoid profile (adipose tissue is distributed predominantly in the thigh and gluteal zone). The appearance of an android profile indicates a risk of cardiovascular disease.³⁷

Recording the Footprint

The study of the footprint in static balance was performed by optical podoscope (direct light, chromed 220 V, 60 \times 45 \times 33 cm). It is a glass

device with a 45° oblique mirror on the upper surface and a light that allows the observation of the reflected static standing footprint and parallel lower extremities.³⁸ To proceed with the examination, the participants stepped onto the podoscope barefoot, trying to maintain a proper bipedal stance. To familiarize themselves with the equipment, each participant performed two trial steps onto the platform. A photograph of the footprints was taken with a digital camera (Panasonic DMC-FS35; Panasonic Corporation of North America, Newark, New Jersey), and 42 footprints were obtained (21 participants \times 2 feet) and saved in JPEG format.

The footprints were analyzed with the two techniques: manual and computerized measurements. Data were entered into the spreadsheet table (Microsoft Excel version 2010; Microsoft Corp, Redmond, Washington) and were randomized using the Excel software. In the manual technique, footprints were measured by a blinded evaluator (L.G.-V.) who did not know the identity of the footprints. These measurements were taken three times, with 1 week between measurements. After 2 weeks, the computerized technique was used to repeat three isolated measures by the same blinded evaluator. This evaluator did not know the previous measurement result using the manual method for each footprint.

Manual Measurement Procedure and Calculation of Indices

The HI, CSI, AI, and CA podiatric medical indices were calculated from the plantar photographic images, which are included in the reference standard, as previously described. To draw lines, the following tools were used: 90° set square, 60° set square, protractor, conventional ruler, and pencil.

The HI procedure (Fig. 1) involves drawing an initial line in the internal part of the footprint through a tangent connecting the most medial point of the first metatarsal (1) with the outermost point of the heel (1'). A point is marked in the most distal point of the toe phalanx (2); another point is marked at the proximal plantar contact on the calcaneus (2'); subsequently, a perpendicular line is drawn from point (2) to the initial line, and another perpendicular line is drawn from point (2') and the initial line. The distance is drawn from point (1) and the crossing point between perpendiculars in the upper side is called the *fundamental measure*. This distance will be the reference to divide the initial line that passes through points (1) and (1'), so it

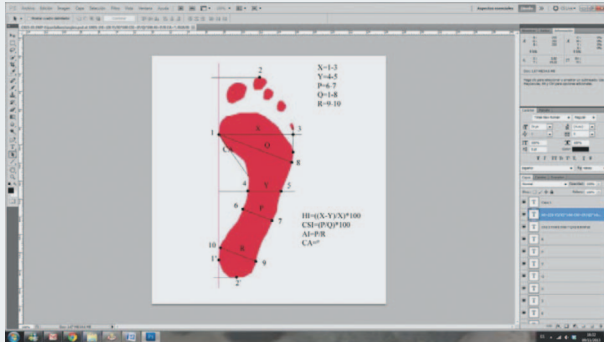


Figure 1. Podiatric medical measures procedure with Photoshop CS5 software to calculate the Hernández-Corvo Index (HI), the Chippaux-Smirak Index (CSI), the Staheli Arch Index (AI), and the Clarke angle (CA).

must be recorded and transferred from point (1) downward. From the point of the initial line to which the fundamental measure has been transferred, a perpendicular line is drawn. The points where this perpendicular line cuts the footprint on its inner (4) and outer (5) sides determine Y (midfoot width). A line parallel to the initial line is drawn passing through the outermost point on the footprint. The intersection between this line and the line perpendicular to the initial line passing through point (1) is point (3). The distance between point (1) and point (3) determines X (forefoot width). The following formula is applied: $HI = [(X-Y)/X] \times 100$.

For the CSI, a line is drawn in the narrowest part of the midfoot (6–7). The distance between points (6–7) determines P. The parallel line to (6–7) is drawn in the widest area of the forefoot (1–8), and the distance between points (1–8) determines Q. The following formula applies: $CSI = (P/Q) \times 100$.

A line in the narrowest part of the midfoot (6–7) should be drawn for the AI. The distance between points (6–7) determines P. A parallel line to (6–7) is drawn in the widest area of the heel (9–10). The distance between points (9–10) determines R. The following formula is applied: $AI = P/R$.

The CA is made between the initial line and a line connecting point (1) with the innermost part of the footprint.

Computerized Measurement Procedure and Calculation of Indices

After performing the manual method, Photoshop CS5 software was used, and each contour line was

outlined and colored to enable it to be printed on paper. This image was also saved in Photoshop CS5 format for further analysis using this software.

To analyze the footprint with Photoshop CS5 software, the following steps should be followed, starting from the photographic image of both feet (Fig. 1):

- With the “Cut” tool, make a rectangle containing just one footprint, either left or right.
- With the “Freeform Pen” tool, outline the foot and toes contour.
- On the “Edit” menu, select “Cut.”
- On the “File” menu, select “New.”
- On the “Edit” menu, choose “Paste.”
- On the “Layer” menu, choose the “New Fill Layer” tool, “Uniform colour” (Pantone 185 C).
- With the “Rule” tool, draw the initial line (tangent line linking the outermost forefoot point [1] with the outermost point of the heel [1'] through the inside) to “straighten” the footprint in a vertical plane.
- Once the footprint is ready, the calculation of indices is undertaken (see the “Manual Measurement Procedure and Calculation of Indices” section).

Statistical Analysis

The data were parametric, and the mean \pm SD values for all of the sample variables were calculated: age, height, weight, body mass index, Bouchard Index, ponderal index, and waist and hip circumference index (Table 1). The reliability of the set of indices (standard of reference) and the manual technique used to obtain them has already been confirmed by several authors.^{14,29} The statistical test-retest method to analyze the reliability of the measurement technique in Photoshop CS5 was used for the whole set of repeated measures. The 21 footprints were selected by simple randomization with IBM SPSS Statistics for Windows, version 21 (IBM Corp, Armonk, New York). They were evaluated three times in a 2-month period to obtain the indices. The intraclass correlation coefficient (ICC) was calculated to determine the concordance level (Table 2).³⁹ Validation was undertaken, and the two methods of measurement were compared (manual versus Photoshop CS5); ICC values were calculated for all of the footprints ($n = 42$) and for each of the studied indices (Table 3).

Table 1. Descriptive Characteristics of the Study Sample

Parameter	Men (n = 11)	Women (n = 10)	P Value
Age (years)	20.45 ± 2.16	20.00 ± 1.70	.809
Height (cm)	1.77 ± 0.07	1.63 ± 0.08	.001 ^a
Weight (kg)	72.64 ± 7.74	60.20 ± 7.35	.004 ^a
BMI	23.12 ± 2.03	22.66 ± 3.39	.863
BI (kg/m)	40.96 ± 3.68	36.90 ± 4.74	.114
PI (cm/kg)	42.53 ± 1.39	41.82 ± 2.52	.654
WHRI (cm)	0.84 ± 0.04	0.79 ± 0.06	.024 ^a

Note: Data are expressed as mean ± SD.

Abbreviations: BI, Bouchard Index; BMI, body mass index (calculated as weight in kilograms divided by height in meters squared); PI, ponderal index; WHRI, waist and hip circumference index.

^a*P* < .05 is considered significant.

Results

Descriptive Statistics

The study sample included 21 individuals (42 footprints): 11 men (mean ± SD age, 20.45 ± 2.16 years) and 10 women (mean ± SD age, 20.00 ± 1.70 years), both with an age range of 18 to 24 years. The mean ± SD height for men was of 1.77 ± 0.07 cm (range, 1.69–1.91 cm) and for women was 1.63 ± 0.08 cm (range, 1.52–1.76 cm). The mean ± SD weight for men was 72.64 ± 7.74 kg (range, 59–83 kg) and for women was 60.20 ± 7.35 kg (range, 44–72 kg). The mean ± SD BMI values were 23.12 ± 2.03 (range, 20.42–26.12) and 22.66 ± 3.39 (range, 17.85–27.43) for men and women, respectively, and no significant differences were found between them (*P* = .863).

The mean ± SD Bouchard Index in men was 40.96 ± 3.68 kg/cm (range, 34.71–45.71 kg/cm) and 36.90 ± 4.74 kg/cm in women (range, 3.28–44.44 kg/cm). The mean ponderal index was 43 cm/kg (range, 38–45 cm/kg) for the whole sample, which is considered the reference value. The mean ± SD

Table 2. Reliability of Repeated Measures of the 21 Footprints According to Photoshop CS5 Techniques

Podiatric Medical Index	ICC (95% CI)
HI	0.985 (0.968–0.993)
CSI	0.993 (0.986–0.997)
AI	0.995 (0.989–0.998)
CA	0.989 (0.977–0.995)

Abbreviations: AI, Staheli Arch Index; CA, the Clarke angle; CI, confidence interval; CSI, Chippaux-Smirak Index; HI, Hernández-Corvo Index; ICC, intraclass correlation coefficient.

Table 3. ICCs (95% CIs) Comparing the Gold Standard Manual Method with the Computerized Method

Podiatric Medical Index	ICC (95% CI)
HI left	0.998 (0.995–0.999)
HI right	0.994 (0.985–0.998)
CSI left	0.999 (0.997–1)
CSI right	1.000 (0.999–1)
AI left	0.998 (0.995–0.999)
AI right	0.999 (0.999–1)
CA left	0.999 (0.998–1)
CA right	0.999 (0.997–0.999)

Abbreviations: AI, Staheli Arch Index; CA, the Clarke angle; CI, confidence interval; CSI, Chippaux-Smirak Index; HI, Hernández-Corvo Index; ICC, intraclass correlation coefficient.

ponderal index values found in men were 42.53 ± 1.39 cm/kg (range, 40.55–44.27 cm/kg) and in women were 41.82 ± 2.52 cm/kg (range, 38.40–45.51 cm/kg). The mean ± SD waist and hip circumference index value for men was 0.84 ± 0.04 cm (range, 0.80–0.89 cm) and for women was 0.79 ± 0.06 cm (range, 0.72–0.91 cm), considering the adipose tissue content for both within the acceptable range (Table 1).⁴⁰

Reliability Analysis

The ICC in Photoshop CS5 was 0.993 for CSI, 0.995 for AI, 0.985 for HI, and 0.989 for CA (Table 2).

Validity Analysis

To validate Photoshop CS5, it was compared with the manual measurements as the gold standard, and the ICC was applied. All of the ICC values were higher than 0.994. Thus, the left HI and the left AI showed an ICC of 0.998; the left CSI, right AI, left CA, and right CA showed an ICC of 0.999; and the right CSI showed an ICC of 1 (Table 3).

Discussion

This study describes a new technique to analyze footprints that is easier and cheaper than the traditional manual method, which has been used as the gold standard to validate the new technique. The new technique will also be useful to classify the different types of footprints, as well as for clinical investigation. The new technique using Photoshop CS5 presents very good reliability, shown statistically, when comparing three trials (Table 2). The validity was also analyzed by comparing the two

measurement techniques (the manual method as the gold standard and the computerized method using Photoshop CS5 software), and the ICC had very good results, as its value was always greater than 0.76, which was considered very good concordance (Table 3).³⁹ Therefore, Photoshop CS5 software can be used interchangeably with manual measurements to obtain index measurements (HI, CSI, AI, and CA) of the footprints.

Depending on calculation of these indices through Photoshop CS5, the plantar shape can be focused from different points of view. However, not all of these views give us the same information according to the formula applied for calculating each index. This is an important fact because, for example, the CSI, AI, and CA are based on a classification of three types of footprints, and the HI is based on seven types. So, each one assesses different aspects of foot morphology.

According to the data obtained, the AI and CSI can be considered to have the best validity. These measurements of the medial longitudinal arch are similar as they both use the Q, R, and P parameters, which clinically determine the proportion of the medial longitudinal arch. The AI is related to the midfoot and forefoot, and the CA is related to the talar–first metatarsal angle longitudinal arch. The relationship of parameters X and Y for the HI is very closed, as they quantify the predominance of the front support of the metatarsal heads with the medial portion of the foot. However, Mathieson et al²⁷ and Papuga and Burke²⁵ used calculation of the AI and CSI for its validity; meanwhile, Menz and Munteanu¹⁶ used the foot arch index for its validation.

In morphostatic studies, analysis of the footprint is an important element. It provides data for the understanding of static and dynamic foot contact behavior. Bipedal stance has been chosen because a functional situation is convenient for footprint analysis. In bipedal stance, a functional load exists in the foot. Most previous authors have used bipedal stance in footprint studies to obtain gold standard measures.¹⁷ Computerized studies provide accurate and complete information, although they are not easily usable.^{14,23,29} Simple podoscope recordings allow us to visualize the footprint and obtain useful indices for its study, classification, and monitoring. The calculation of certain podometric indices is possible from the footprint image. Obtaining the digitized image of the footprint and its study by means of appropriate software provides high reliability and has been proven to be valid. The digital image recording and the indices obtained can

be easily saved, stored, recovered, and compared. They can also make field studies and research easier. The quick and precise handling of these indices makes it easier to obtain large samples and makes it possible to conduct comparative studies between different population samples. It also facilitates the monitoring of within-individual values over time or after therapeutic intervention.

It can be concluded that the present study may provide a quick and practical new footprint evaluation method. It is a reliable measurement tool to analyze the footprint for clinical classification based on podometric indices. It uses equipment consisting of an optical podoscope and a digital camera, so it is cost effective, portable, and applicable to a large population. However, Photoshop CS5 software, which is commercially available, requires a software license, which could be a barrier to use.

The small sample size can be a limitation in this study. In relation to this, other validation studies in the field of podometric indices have analyzed samples of similar size.^{14,25,27}

Conclusions

The computerized method described for obtaining the reference standard of podometric indices (HI, CSI, AI and CA) of the footprint may be a reliable and valid method.

Acknowledgments: We thank the young university students who voluntarily participated in the study.

Financial Disclosure: This work was partially supported by Ministerio de Economía y Competitividad (Dirección General de Investigación y Gestión Plan Nacional I+D+I grant DEP2012-38984).

Conflict of Interest: None reported.

References

1. HERRERA R, QUIÑONES I, LETECHIPIA J, ET AL: Diseño y construcción de un podómetro. *Rev Mex Ing Biomed* **XXIV**: 155, 2003.
2. PÉREZ GARCÍA AJM, TABUENCA SÁNCHEZ A, LÓPEZ SOLER JE, ET AL: Estudio del apoyo metatarsal en bipedestación mediante podoscopio electrónico de alta resolución. *Biomecánica* **IV**: 19, 1996.
3. LAGUNA NIETO M, ALEGRE LM, AZNAR LAIN S, ET AL: ¿Afecta el sobrepeso a la huella plantar y al equilibrio de niños en edad escolar? *Apunts Med Esport* **45**: 9, 2010.
4. BORDIN D, DE GIORGI G, MAZZOCCO G, ET AL: Flat and cavus foot, indexes of obesity and overweight in a population of primary-school children. *Minerva Pediatr* **53**: 7, 2001.
5. AYDOG ST, DEMIREL HA, TETIK O, ET AL: The sole arch

- indices of adolescent basketball players. *Saudi Med J* **25**: 1100, 2004.
6. ONODERA AN, SACCO ICN, MORIOKA EH, ET AL: What is the best method for child longitudinal plantar arch assessment and when does arch maturation occur? *Foot (Edinb)* **18**: 142, 2008.
 7. NIKOLAIDOU ME, BOUDOLOS KD: A footprint-based approach for the rational classification of foot types in young schoolchildren. *The Foot* **16**: 82, 2006.
 8. CARUGNO C, IACOBELLIS C, PEDINI G: Baropodometric studies in patients submitted to Grice-Green operation for primary valgus pronated flat foot. *Ital J Orthop Traumatol* **16**: 379, 1990.
 9. CAVANAGH PR, RODGERS MM: The arch index: a useful measure from footprints. *J Biomech* **20**: 547, 1987.
 10. COUGHLIN MJ, KAZ A: Correlation of Harris mats, physical exam, pictures, and radiographic measurements in adult flatfoot deformity. *Foot Ankle Int* **30**: 604, 2009.
 11. VILLARROYA MA, ESQUIVEL JM, TOMÁS C, ET AL: Assessment of the medial longitudinal arch in children and adolescents with obesity: footprints and radiographic study. *Eur J Pediatr* **168**: 559, 2009.
 12. CHEN C, HUANG M, CHEN T, ET AL: The correlation between selected measurements from footprint and radiograph of flatfoot. *Arch Phys Med Rehabil* **87**: 235, 2006.
 13. YALÇIN N, ESEN E, KANATLI U, ET AL: Evaluation of the medial longitudinal arch: a comparison between the dynamic plantar pressure measurement system and radiographic analysis. *Acta Orthop Traumatol Turc* **44**: 241, 2010.
 14. FASCIONE JM, CREWS RT, WROBEL JS: Dynamic footprint measurement collection technique and intrarater reliability: ink mat, paper pedography, and electronic pedography. *JAPMA* **102**: 130, 2012.
 15. SALTZMAN CL, NAWOCZENSKI DA, TALBOT KD: Measurement of the medial longitudinal arch. *Arch Phys Med Rehabil* **76**: 45, 1995.
 16. MENZ HB, MUNTEANU SE: Validity of 3 clinical techniques for the measurement of static foot posture in older people. *J Orthop Sports Phys Ther* **36**: 179, 2006.
 17. WILLIAMS DS, MCCLAY IS: Measurements used to characterize the foot and the medial longitudinal arch: reliability and validity. *Phys Ther* **80**: 864, 2000.
 18. BURN H, BRANTHWAITE H, CHOCKALINGAM N, ET AL: Do foot orthoses replicate the static longitudinal arch angle during midstance in walking? *Foot (Edinb)* **21**: 129, 2011.
 19. CHEN K, YEH C, KUO J, ET AL: Footprint analysis of flatfoot in preschool-aged children. *Eur J Pediatr* **170**: 611, 2011.
 20. EL O, AKCALI O, KOSAY C, ET AL: Flexible flatfoot and related factors in primary school children: a report of a screening study. *Rheumatol Int* **26**: 1050, 2006.
 21. CHILVERS M, MANOLI A II: The subtle cavus foot and association with ankle instability and lateral foot overload. *Foot Ankle Clin* **13**: 315, 2008.
 22. RAZEGLI M, BATT ME: Foot type classification: a critical review of current methods. *Gait Posture* **15**: 282, 2002.
 23. MALL NA, HARDAKER WM, NUNLEY JA, ET AL: The reliability and reproducibility of foot type measurements using a mirrored foot photo box and digital photography compared to caliper measurements. *J Biomech* **40**: 1171, 2007.
 24. QUEEN RM, MALL NA, HARDAKER WM, ET AL: Describing the medial longitudinal arch using footprint indices and a clinical grading system. *Foot Ankle Int* **28**: 456, 2007.
 25. PAPUGA MO, BURKE JR: The reliability of the Associate Platinum digital foot scanner in measuring previously developed footprint characteristics: a technical note. *J Manipulative Physiol Ther* **34**: 114, 2011.
 26. PFEIFFER M, KOTZ R, LEDL T, ET AL: Prevalence of flat foot in preschool-aged children. *Pediatrics* **118**: 634, 2006.
 27. MATHIESON I, UPTON D, PRIOR TD: Examining the validity of selected measures of foot type: a preliminary study. *JAPMA* **94**: 275, 2004.
 28. DÍAZ CA, TORRES A, JOSÉ IGNACIO, ET AL: Descripción de un sistema para la medición de las presiones plantares por medio del procesamiento de imágenes. *Revista EIA* **6**: 43, 2006.
 29. COBB SC, JAMES CR, HJERTSTEDT M, ET AL: A digital photographic measurement method for quantifying foot posture: validity, reliability, and descriptive data. *J Athl Train* **46**: 20, 2011.
 30. AYDOG ST, TETIK O, DEMIREL HA, ET AL: Differences in sole arch indices in various sports. *Br J Sports Med* **39**: e5, 2005.
 31. IGBIGBI PS, MSAMATI BC: The footprint ratio as a predictor of pes planus: a study of indigenous Malawians. *J Foot Ankle Surg* **41**: 394, 2002.
 32. MORENO DE LA FUENTE JL, CATENA TOLEDANO M, SERRANO GONZÁLEZ M: *Podología General y Biomecánica*, Masson, Barcelona, 2003.
 33. FORRIOL CAMPOS F, PASCUAL J: Footprint analysis between three and seventeen years of age. *Foot Ankle Int* **11**: 101, 1990.
 34. STAHILLI L, CHEW D, CORBETT M: The longitudinal arch: a survey of eight hundred and eighty-two feet in normal children and adults. *J Bone Joint Surg Am* **69**: 426, 1997.
 35. HURLEY WL, DENEGAR CR, HERTEL J: *Research Method: A Framework for Evidence-Based Clinical Practice*, Lippincott Williams & Wilkins, a unit of Wolters Kluwer Health, Philadelphia, 2011.
 36. SOCIEDAD ESPAÑOLA PARA EL ESTUDIO DE LA OBESIDAD (SEEDO): SEEDO 2000 consensus for the evaluation of overweight and obesity and the assessment of obesity management. *Med Clin (Barc)* **115**: 587, 2000.
 37. CABAÑAS ARMESILLA MD, ESPARZA ROS F: *Compendio de Cineantropometría*, CTO Editorial, Madrid, 2009.
 38. HARICHAUX P, MEDELLI J: *Pruebas de Aptitud Física y Tests de Esfuerzo Evaluación Científica de la Aptitud Física*, 1st Ed, INDE Publicaciones, Barcelona, 2006.
 39. DOMÉNECH MASSONS JM: "Medida del Cambio: Análisis de Diseños con Medidas Intrajeto: UD 14," in *Fundamentos de Diseño y Estadística*, p 53, Signo, Barcelona, 2000.
 40. SPANISH SOCIETY FOR THE STUDY OF OBESITY: 1995 Spanish consensus for the evaluation of obesity and to carry out epidemiologic studies [in Spanish]. *Med Clin (Barc)* **107**: 782, 1996.

4.3. Publicació 2

Gutiérrez-Vilahú, L., Massó-Ortigosa, N., Rey-Abella, F., Costa-Tutusaus, L., & Guerra-Balic, M. Reliability and validity of the footprint assessment method using Photoshop cs5 software in young people with Down syndrome. *Journal of the American Podiatric Medical Association* (en premsa).

----- Forwarded message -----

From: <japma@allentrack.net>

Date: 2015-04-06 17:49 GMT+02:00

Subject: Journal of the American Podiatric Medical Association Decision for Manuscript #15-012

To: nuriamo@blanquerna.url.edu

Cc: dnieter@apma.org

Dear Ms. Gutiérrez-Vilahú;

Your manuscript, "RELIABILITY AND VALIDITY OF THE FOOTPRINT ASSESSMENT METHOD USING PHOTOSHOP CS5 SOFTWARE IN YOUNG PEOPLE WITH DOWN SYNDROME," has been accepted for publication in the Journal of the American Podiatric Medical Association. You will be notified of the issue in which your paper will appear. It is essential that the Journal office have updated information concerning any change in address or other contact data for all authors.

If your manuscript includes figures, they will soon be checked to determine whether they are of a quality suitable for publication. If they do not meet our requirements or if we need any assistance from you regarding the figures, we will be back in touch with you. Accepted papers are not placed in our queue of papers "ready for scheduling" until publication-quality figures have been received.

After your paper has been scheduled for publication and edited, you will be sent a page proof along with a list of queries posed by the manuscript editor that may necessitate further changes in the paper. Such changes normally relate to clarity and readability of the text and conformance with Journal style guidelines, rather than to larger issues of content, which should have been addressed during the editorial review process.

Please print out a copy of our copyright transfer form and author contributions statement for each author, have all authors sign their respective forms, and return them by mail (9312 Old Georgetown Road, Bethesda, Maryland 20814), fax (301-530-2752), or e-mail (japma@allentrack.net) to the attention of Noelle Boughanmi in the Journal editorial office. The name on your forms will be the one used in print; be sure your name is as you would like it to appear in the Journal. Please note also that page proofs will be released to you only if we have all signed forms. The copyright transfer form and author contributions statement appears at the following URL:

<<http://japma.allentrack.net/cgi-bin/main.plex?el=A6t2BNG3A7CKv4G5A9C355Ezz3qg1BfCLoYl7gwZ>>

If you have any questions, please contact the Journal editorial office at (301) 581-9236 or by email at naboughanmi@apma.org.

Sincerely,

Warren Joseph, DPM
Editor
Journal of the American Podiatric Medical Association

**RELIABILITY AND VALIDITY OF THE FOOTPRINT ASSESSMENT
METHOD USING PHOTOSHOP CS5 SOFTWARE IN YOUNG PEOPLE WITH
DOWN SYNDROME**

Lourdes Gutiérrez-Vilahú, MSc¹; Núria Massó-Ortigosa, MD PhD¹; Ferran Rey-Abella
PhD¹; Lluís Costa-Tutusaus, PhD¹; Myriam Guerra-Balic, MD PhD²

¹Blanquerna School of Health Science. University Ramon Llull. Barcelona. Spain.

²Blanquerna Faculty of Psychology, Education and Sports Sciences. University Ramon
Llull. Barcelona. Spain.

Address correspondence to Núria Massó-Ortigosa. Blanquerna School of Health
Science. University Ramon Llull. C/Padilla, 326-332. 08025 Barcelona.

Email: nuriamo@blanquerna.url.edu Tel.+(34)932533071 Fax.+(34)932533112

Lourdes Gutiérrez-Vilahú and Núria Massó-Ortigosa contributed equally to this work.

ABSTRACT

Background: People with Down syndrome (DS) present skeletal abnormalities in their feet that can be analysed by commonly used gold standard indexes (Hernández-Corvo index, Chippaux-Smirak index, Staheli arch index, and Clarke's angle) based on footprint measurements. The use of Photoshop CS5 software to measure footprints has been validated in the general population. The present study aimed to assess the reliability and validity of this footprint assessment technique in the population with DS.

Methods: Using optical podography and photography, 44 footprints from 22 patients with DS (11 men, aged 23.82 (3.12) years and 11 women, aged 24.82 (6.81) years) were recorded in a static bipedal standing position. A blinded observer performed the measurements using a validated manual method 3 times during the 4-month study period, with an interval of 2 months between measurements. Test-retest was used to check the reliability of the Photoshop CS5 software measurements. Validity and reliability were obtained by Intraclass Correlation Coefficient (ICC).

Results: The reliability test for all indexes showed very good values for the Photoshop CS5 method (ICC 0.982 to 0.995). Validity testing also found no differences between the techniques (ICC 0.988 to 0.999).

Conclusions: The Photoshop CS5 software method is reliable and valid for the study of footprints in young people with DS.

Keywords: Down syndrome, podometric indexes, reliability, validity, Photoshop CS5

INTRODUCTION

Certain postural attitudes are determined by the morphology of the foot. In Down syndrome (DS), the main musculoskeletal variations are flat foot and pronated, calcaneal valgus, hallux valgus, and metatarsus primus varus,(1–3) all of which can be measured from a static bipedal standing footprint by gold-standard podometric indexes. Footprint evaluation is part of early podiatric diagnosis for detecting orthopaedic problems of the lower limbs, especially the feet, in individuals with DS.(4)

The main instruments used to obtain footprints are ink imprints, optical podoscope, baropodometer, pedograph, digital photography, radiograph and platinum scanner. Among the paper pedography and electronic pedography techniques, the ink method has been shown to be highly reliable.(5) Digital photographic measurement has been established as a valid and reliable research tool for quantifying the foot structure,(6) and radiography measurement techniques are another acceptable and reliable option.(7) Finally, Papuga reported high reliability of the platinum scanner to capture the footprint and to study the plantar surface, with good values in the several podometric indexes.(8)

The gold-standard podometric indexes provide parameters that are useful to determine the morphology of the foot. Four of these –Chippaux-Smirak index (CSI), Staheli arch index (AI), Clarke's angle (CA) and Hernández-Corvo index (HI)– are measured in the horizontal plane and provide sufficient information to determine other important parameters in the vertical plane, such as the medial longitudinal arch and the calcaneal angle.(9–11) A brief summary of several podometric indexes computed in the horizontal and vertical plane can be found in (Gutiérrez-Vilahú, Massó-Ortigosa et al. 2012, in press).

The medial longitudinal arch is one of the most important factors in the foot morphology. This arch correlates with the CA index, and can be evaluated using pedobarography in both static and dynamic studies.(12) Radiography is another reliable method to measure the gold-standard indexes related to the medial longitudinal arch.(13–15) In fact, the strong correlation between the calcaneal inclination angle and the navicular length/height ratio clinically determines the proportion of the medial longitudinal arch. The calcaneal inclination, talo-first metatarsal angles and the CSI are also associated with the collapse of the medial longitudinal arch.(15)

A recent study using digital photography to measure the medial longitudinal arch showed that the CSI and AI are the most reliable methods to determine the navicular height of the arch.(16) Other studies have shown that clinical measurements of navicular height and AI values provide valid information on the structure of this arch, but CSI remains the best index to evaluate the feet.(17,18)

Calcaneus position is another important factor for foot morphology, mainly in individuals with varus/valgus and flat feet. Analysis of the calcaneus reveals changes in the angle of the heel position and determines whether it is valgus or varus; navicular height is sensitive to degree changes in the talar position related to flat feet and can be detected due to significant differences between CSI and AI values.(19) Flat feet also can be diagnosed by correlating navicular height with the subtalar angle or by assessing the relationship between the talar angle and the calcaneus.(20) Finally, the Harris view is validated as an effective method to quantify flat-foot deformity and correlates calcaneal inclination to evaluate valgus foot as a standardised method to measure podiatric indexes.(21)

Few publications describe the evaluation of foot morphology in the population with DS. Radiography is used to evaluate flat feet, the subastragalar joint, the calcaneus and the first metatarsal angle relative to the calcaneus, as well as to identify hindfoot valgus and a pronated foot.(22,23) Another study evaluated the AI podometric index related to the presence of ligament laxity and flat feet by using a pressure-sensitive mat to capture the footprint and assess contact pressure.(24) Finally, photometry has been used to assess the misalignment of the lower limbs in the frontal and sagittal plane, as well as the need for a special type of brace adapted to the footwear of the individual with flat feet.(25,26)

People with DS tend to be overweight, which influences the AI because index measurements show lower percentages depending on the parameter selected to assess the plantar arches.(27) Some authors recommend using both the AI and CSI to determine flatfoot and hypermobility in infant skeletal development.(17,28–31)

In summary, there are two approaches to evaluating foot morphology: sophisticated instruments that immediately yield gold-standard index values, and techniques to obtain footprints that require manual assessment using the same indexes. In the first instance, sophisticated instruments tend to be expensive; on the other hand, manual assessment is usually tedious.

We propose a simple method to apply the gold-standard indexes to footprint measurements that uses Photoshop CS5 (for Windows XP, Windows Vista and Windows 7; Adobe Systems Software Ireland, Ltd.), which is useful for managing and editing photographic images. This method has been demonstrated to be valid and reliable to obtain the gold-standard podometric indexes in a population of healthy young adults (Gutiérrez-Vilahú, Massó-Ortigosa et al. 2012, in press). The objective of the

present study is to assess the reliability and validity of this method to obtain these podometric measurements of the footprint in the DS population.

MATERIALS AND METHODS

Sample

The sample consisted of 22 people with DS, 11 men (age 23.82 [3.12] years) and 11 women (age 24.82 [6.81] years), all of whom are students at a special school and participated voluntarily with parental authorization on the signed informed consent. Approval of the institutional research board was obtained.

In this population, the inclusion criteria were a mild to moderate degree of disability ranging from 33% to 65% and an Intellectual Coefficient (IQ) between 30% and 70%.(32) Students with severe or profound disability (65% - 85%) and an IQ of less than 30% were excluded, as were those with neuromuscular, vestibular, or neurological pathology and those with drug therapies related to a psychiatric diagnosis or pathology.

Demographic data and medical history were collected, morphostatic examination of the musculoskeletal system was conducted, and adipose tissue was assessed. Descriptive data (age, weight, height, and waist and hip circumference) were acquired and used to calculate the following: a) body mass index ($BMI = kg/m^2$), with values between 19 and 27 kg/m^2 considered normal; b) the Bouchard index ($BI = kg/m$); c) ponderal index ($PI = cm / kg$), which assesses the somatotype between 38 and 45 cm/kg , being 43 cm/kg for healthy adults; d) waist and hip circumference index ($WHRI=cm$), in which normal values for visceral fat are 0.71 to 0.84 cm in women and 0.78 to 0.94 cm in men.(33) A higher WHRI is considered an android profile and a lower value, a gynoid profile. Adipose tissue is distributed predominantly in trunk and abdomen in the android profile and in thigh and gluteal zone in the gynoid profile.(34,35)

Recording the footprint

The study of the footprint in static equilibrium was performed by optical podoscope (direct light, chromed 220V, 60x45x33 cm), a lighted glass device with a 45° oblique mirror on the upper surface that allows observation of the reflected static standing footprint and parallel lower extremities.(36) Participants stepped onto the podoscope barefoot, trying to maintain a proper bipedal stance, achieve balance, and stabilize the support base. They became familiar with the instrument by stepping on it twice. A photograph of the footprints was taken with a digital camera (Panasonic DMC-FS35) and saved as JPG format, resulting in 44 footprints (22 participants x both feet).

All 44 footprints were analysed by a blinded evaluator using two techniques: manual measurement and computerized measurement using Photoshop CS5 for analysis. For reliability testing, 21 footprints from the 44 original ones were randomly selected using an Excel function (Excel version 2010). These 21 footprints were analysed again by the same blinded evaluator using the computerized measurement at 2 and 4 months.

Manual and computerised measurement procedure and calculation of indexes

This procedure has been described in detail elsewhere (Gutiérrez-Vilahú, Massó-Ortigosa et al. 2012, in press). Briefly, the gold-standard podiatric indexes –HI, CSI, AI and CA– were calculated from the plantar photographic images using both the manual and computerised procedure. In the manual method, each plantar footprint was outlined and coloured according to its contour, using a ruler, 90° set square, 60° set square, conventional protractor, and a pencil.

Figure 1 shows each of the four procedures used. The HI procedure involves drawing an “*initial line*” in the internal part of the footprint, through a tangent connecting the most medial point of the first metatarsal (*I*) with the outermost point of the heel (*I'*). A point

is marked in the most distal point of the toe phalanx (2); another point is marked at the proximal plantar contact on the calcaneus (2'); subsequently, a perpendicular line is drawn from point (2) until the initial line and another perpendicular line between point (2') and the initial. The distance between point (1) and the crossing point between perpendiculars in the upper side is called the "fundamental measure". This distance is the reference to divide the initial line that passes through point (1) and (1'), so it must be recorded and transferred from point (1) downwards. From the point of the initial line to which the "fundamental measure" has been transferred, a perpendicular line is drawn. The points where this perpendicular line cuts the footprint on its inner side (4) and its outer side (5) determine the Y (midfoot width). A line parallel to the initial line is drawn through the outermost point on the footprint. The intersection between this line and the line perpendicular to the initial line passing through point (1) is the point (3). The distance between point (1) and point (3) determines the X (forefoot width). The following formula is applied: $HI = ((X-Y)/X) * 100$.

For the CSI, a line is drawn in the narrowest part of the midfoot (6-7). The distance between points (6-7) determines P. The parallel line to (6-7) is drawn in the widest area of the forefoot (1-8) and the distance between points (1-8) determines Q. The following formula applies: $CSI = (P/Q) * 100$.

For the AI, a line is drawn in the narrowest part of the midfoot (6-7). The distance between points (6-7) determines P. A parallel line to (6-7) is drawn in the widest area of the heel (9-10). The distance between points (9-10) determines R. The following formula is applied: $AI = P/R$.

The CA is calculated between the initial line and a line connecting point (1) with the innermost part of the footprint.

The same indexes were calculated using the computerised procedure. The plantar photographic images were outlined and coloured in contour for later analysis using Photoshop CS5. Once the footprint was ready, including the initial line (tangent line linking the outermost forefoot point 1 with the outermost point 1' of the heel through the inside) to "straighten" the footprint in a vertical plane). The X, Y, P, Q and R values (Figure 1) were determined and the indexes calculated as described.

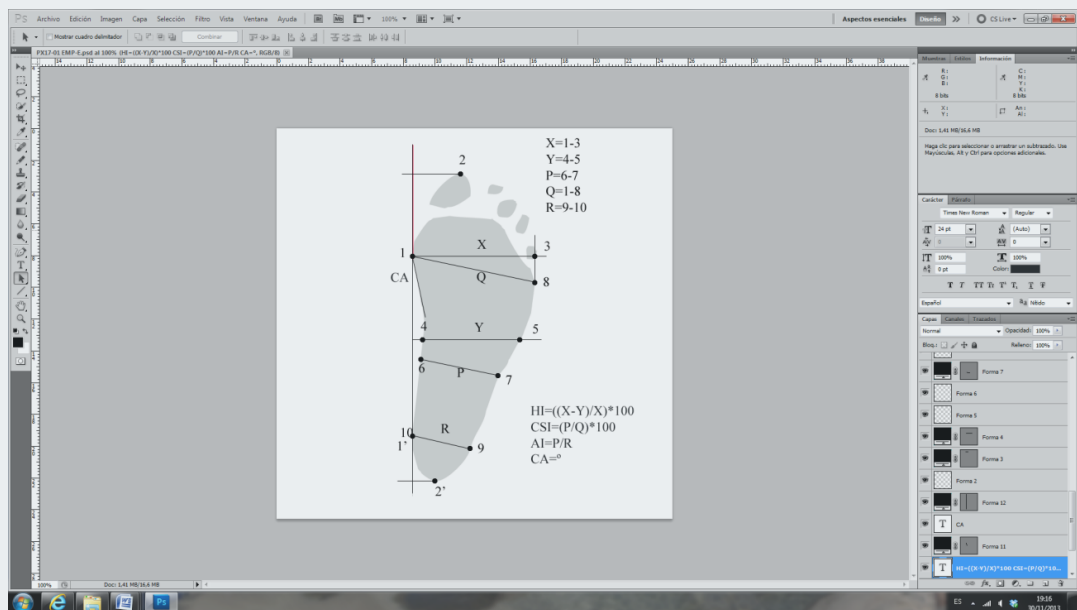


FIGURE 1. Podiatric measurement procedure using the Photoshop CS5 software to calculate the Hernandez-Corvo index (HI), Chippaux-Smirak index (CSI), Staheli arch index (AI) and Clarke's angle (CA).

Statistical Analysis

The mean and standard deviation were calculated for all descriptive variables: age, weight, height, BMI, BI, PI, WHRI (Table 1). The statistical test-retest method for reliability of measurement techniques (manual and Photoshop CS5) was used for the

whole set of repeated measures. For reliability purposes, 21 of the 44 footprints were selected by simple randomization with Excel, and the intraclass correlation coefficient (ICC) was calculated for the three computerised measurements of the indexes (Table 2). For validation purposes, the results obtained by the two measurement methods (manual vs. Photoshop CS5) were compared. The ICC values were calculated for all 44 footprints (N=22 participants) and for each index (Table 3). Statistical tests were performed using SPSS version 21 for Windows (SPSS, Inc, Chicago, IL).(37,38)

RESULTS

Descriptive statistics

Participant characteristics are shown in Table 1. Significant differences between men and women were observed only in height ($p=0.001$) and PI (0.028). Both of these parameters, along with BMI ($p=0.088$), are related to somatotype.

TABLE 1. Characteristics of the sample and comparison by gender

Parameter	Values in men	Values in women	p
N	11	11	
Age (years)	23.82 (3.12)	24.82 (6.81)	0.519
Height (cm)	1.57 (0.09)	1.44 (0.06)	0.001*
Weight (kg)	65.36 (10.72)	64.73 (16.88)	0.898
BMI (kg/m ²)	26.72 (4.56)	30.67 (6.10)	0.088
BI (kg/m)	41.74 (6.60)	44.52 (10.17)	0.478
PI (cm/kg)	39.07 (2.51)	36.38 (2.10)	0.028*
WHRI (cm)	0.90 (0.05)	0.88 (0.05)	0.332

Abbreviations: BMI, body mass index; BI, Bouchard index;

PI, ponderal index; WHRI, waist-hip circumferences index

Note: the data are expressed as mean (SD)

$p > .05$ is considered significant

Reliability analysis

Podometric indexes provided very good reliability using the Photoshop CS5 technique.

The ICC values ranged from 0.984 for HI to 0.995 for CA (Table 2).

Table 2. Reliability of the repeated measures of the plantar footprint according to manual and Photoshop CS5 technique

Podiatric indexes	N Footprints	PCS5	
		ICC	95% CI
HI	21	0.984	(0.966, 0.993)
CSI	21	0.991	(0.982, 0.996)
AI	21	0.982	(0.963, 0.992)
CA	21	0.995	(0.990, 0.998)

Abbreviations: HI, Hernández-Corvo index; CSI, Chippaux-Smirak index; AI, Staheli arch index; CA, Clarke's angle; ICC, Intraclass Correlation Coefficient; CI, Confidence interval; PCS5, Photoshop CS5

Validity analysis

All ICC values were equal to or greater than 0.988. In the right foot, the ICC was 0.988 for the SI and 0.997 for CSI and HI; in the left foot, the values were 0.998, 0.998, and 0.999, respectively. In both feet, the CA showed an ICC of 0.999. All of these were considered very good values (Table 3).

TABLE 3. Validity analysis comparing the gold standard manual technique with the Photoshop CS5 software

Podiatric indexes	N Subjects	ICC
Hleft	22	0.999 (0.996, 0.999)
Hright	22	0.997 (0.992, 0.999)
CSleft	22	0.998 (0.996, 0.999)
CSright	22	0.997 (0.992, 0.999)
Sleft	22	0.998 (0.995, 0.999)
Sright	22	0.988 (0.972, 0.995)
CAleft	22	0.999 (0.998, 1)
CAright	22	0.999 (0.999, 1)

Abbreviations: Hleft, Hernández-Corvo index left foot; Hright, Hernández-Corvo index right foot ; CSleft, Chippaux-Smirak index left foot; CSright, Chippaux-Smirak index right foot; Sleft, Stahelli index left foot; Sright, Stahelli index right foot; CAleft, Clarke's angle left foot ; CAright, Clarke's angle right foot; ICC, Intraclass Correlation Coefficient; CI, Confidence Interval

DISCUSSION

The study population was representative of young people with DS, whose body composition exceeds normal BMI values and WHRI parameters in healthy people. In our sample, BMI values exceeded those of healthy adults (defined as 19-27 Kg/m²) and differed between men and women ($p < .05$): on average, the men had grade 1 obesity and women had grade 2.(33)

Due to the special muscular and skeletal characteristics of DS, WHRI is influenced by anthropometric characteristics. In our sample, the WHRI parameter was above normal in both men and women. This parameter gives information about individual morphology type based on fat distribution at the abdominal level. Our results show higher values in men, with an android morphotype, than in women, who had a gynoid morphotype with predominant fat tissue at the lower part of the hips and buttocks.

These data (BMI and WHRI parameters) indicate that the DS population tends to be overweight, which does not favour the prevention of misalignments or disorders in musculoskeletal support. These anthropometric results are important when assessing indexes.(35) According to several authors, the CSI and AI are most recommended to determine flatfoot with hindfoot valgus and, at the same time, they are the most dependent on body composition, according to studies designed to determine adipose tissue content.(22,25,26,35)

Measurements of foot morphology made in a vertical (sagittal or frontal) plane have their equivalent in the horizontal plane. Some measurements can be made in a vertical plane, such as the transverse arch on the forefoot, the medial longitudinal arch at midfoot, and calcaneus inclination in the hindfoot. All these evaluations can be performed with measurements on the horizontal plane using the footprint. Thus, the HI index evaluates the transverse arch in the forefoot, the CSI and AC indexes measure the medial longitudinal arch in the midfoot, and AI measures the calcaneus inclination in the hindfoot. Podoscopia measurements in the horizontal plane are simpler and more economical than those of the vertical planes. Measurements made in a vertical plane require more expensive instruments (e.g., X-rays). However, the indexes measured in the horizontal plane can use a footprint obtained with a podoscope, which is more manageable and transportable.

Measurements made with Photoshop CS5 software are simpler than the manual processing commonly used to date, without sacrificing clinical value. The present study analyses the reliability and validity of this new technique for measuring the gold-standard podometric indexes in patients with DS. We observed highly reliable results in the computerised methods (Table 2). To assess validity, the two measurement techniques were compared to assess their application in clinical evaluation. The results

of the study indicate that the footprint measurements were valid using both techniques. The high ICC values are clearly represented in the results shown in Table 3. Therefore, both techniques can be used interchangeably to measure HI, CSI, AI and CA.

Even there many studies have tested the reliability and validity of different measurement methods in healthy people, few have considered the population with DS. The specific morphotype and musculoskeletal variations of the foot in this population make it important to assess and monitor foot morphology and equilibrium in a static stance, using all of the gold-standard podometric indexes. Therefore, a quick, easy, inexpensive, and reliable method to measure these indexes is needed. This study validates a reliable measurement tool to quantify the footprint in DS patients for clinical classification based on podometric indexes. The equipment consists of an optical podoscope and a digital photo camera, proving to be an economical tool that is portable and applicable in many different population groups. Despite meeting the need for a more desirable method, the commercially available Photoshop CS5 software requires a software license, which could limit its use.

Limitations: Our sample was purposive and limited in size; the size can be considered a study limitation because of the variability inherent to this population.

CONCLUSIONS

The computerised measurement technique was reliable and valid for obtaining the gold-standard podometric indexes (HI, CSI, AI and CA) of the footprint in the DS population. Using this technique with a footprint obtained by an optical podoscope offers a simple, reliable, and economical way to evaluate foot morphology.

Acknowledgments: Young students attending the "Escola de Pedagogia i Terapèutica" and the "Taller ocupacional" Jeroni de Moragas Barcelona who voluntarily offered to

participate in the study. The management team of both centres, and especially to Eloísa Martínez Torregrosa.

Ethics Approval: IRB of Blanquerna Faculty of Psychology, Education and Sport Sciences, University Ramon Llull.

Funding was received: This work was partially supported by Ministerio de Economía y Competitividad (Dirección General de Investigación y Gestión Plan Nacional I+D+I. Grant DEP2012-38984).

Competing interests: None declared

REFERENCES

1. Diamond LS, Lynne D, Sigman B. Orthopedic disorders in patients with Down's syndrome. *Orthop Clin North Am* 1981;12(1):57–71.
2. Camasta CA. Hallux limitus and hallux rigidus. Clinical examination, radiographic findings, and natural history. *Clin Podiatr Med Surg* 1996;13(3):423–48.
3. Antrobus JN. The primary deformity in hallux valgus and metatarsus primus varus. *Clin Orthop Relat Res* 1984;(184):251–5.
4. Concolino D, Pasquzzi A, Capalbo G, Sinopoli S, Strisciuglio P. Early detection of podiatric anomalies in children with Down syndrome. *Acta Paediatr* 2006;95(1):17–20.
5. Fascione JM, Crews RT, Wrobel JS. Dynamic footprint measurement collection technique and intrarater reliability: ink mat, paper pedography, and electronic pedography. *J Am Podiatr Med Assoc* 2012;102(2):130–8.
6. Cobb SC, James CR, Hjertstedt M, Kruk J. A digital photographic measurement method for quantifying foot posture: validity, reliability, and descriptive data. *J Athl Train* 2011;46(1):20–30.
7. Mall NA, Hardaker WM, Nunley JA, Queen RM. The reliability and reproducibility of foot type measurements using a mirrored foot photo box and digital photography compared to caliper measurements. *J Biomech* 2007;40(5):1171–6.

8. Papuga MO, Burke JR. The reliability of the Associate Platinum digital foot scanner in measuring previously developed footprint characteristics: a technical note. *J Manipulative Physiol Ther* 2011;34(2):114–8.
9. Forriol Campos F, Maiques JP, Dankloff C, Gomez Pellico L. Foot morphology development with age. *Gegenbaurs Morphol Jahrb* 1990;136(6):669–76.
10. Moreno de la Fuente JL, Catena Toledano M. *Podología general y biomecánica*. Barcelona etc.: Masson; 2003.
11. Stahelli L, Chew D, Corbett M. The longitudinal arch: a survey of eight hundred and eighty-two feet in normal children and adults. *J Bone Jt Surg Am*. 1997;69:426.
12. Yalçın N, Esen E, Kanatli U, Yetkin H. Evaluation of the medial longitudinal arch: a comparison between the dynamic plantar pressure measurement system and radiographic analysis. *Acta Orthop Traumatol Turc* 2010;44(3):241–5.
13. Williams DS, McClay IS. Measurements used to characterize the foot and the medial longitudinal arch: reliability and validity. *Phys Ther* 2000;80(9):864–71.
14. Villarroya MA, Esquivel JM, Tomás C, Moreno LA, Buenafé A, Bueno G. Assessment of the medial longitudinal arch in children and adolescents with obesity: footprints and radiographic study. *Eur J Pediatr* 2009;168(5):559–67.
15. Saltzman CL, Nawoczenski DA, Talbot KD. Measurement of the medial longitudinal arch. *Arch Phys Med Rehabil* 1995;76(1):45–9.
16. Queen RM, Mall NA, Hardaker WM, Nunley , 2nd JA. Describing the medial longitudinal arch using footprint indices and a clinical grading system. *Foot ankle Int / Am Orthop Foot Ankle Soc [and] Swiss Foot Ankle Soc* 2007;28(4):456–62.
17. Onodera AN, Sacco ICN, Morioka EH, Souza PS, de Sá MR, Amadio AC. What is the best method for child longitudinal plantar arch assessment and when does arch maturation occur? *Foot (Edinb)*; 2008;18(3):142–9.
18. Menz HB, Munteanu SE. Validity of 3 clinical techniques for the measurement of static foot posture in older people. *J Orthop Sports Phys Ther* 2006;36(3):179.
19. Mathieson I, Upton D, Prior TD. Examining the validity of selected measures of foot type: a preliminary study. *J Am Podiatr Med Assoc* 2004;94(3):275–81.
20. Chen C-H, Huang M-H, Chen T-W, Weng M-C, Lee C-L, Wang G-J. The correlation between selected measurements from footprint and radiograph of flatfoot. *Arch Phys Med Rehabil* 2006;87(2):235–40.
21. Coughlin MJ, Kaz A. Correlation of Harris mats, physical exam, pictures, and radiographic measurements in adult flatfoot deformity. *Foot ankle Int / Am Orthop Foot Ankle Soc [and] Swiss Foot Ankle Soc* 2009;30(7):604–12.

22. Girona Chenoll G, Cuello Villaverde E. Alteraciones ortopédicas en el Síndrome de Down. *Rehabilitación*. 2002;36(3):143–8.
23. Miller P, Kuo K, Lubicky JP. Clubfoot deformity in Down's syndrome. *Orthopedics* 1995;18(5):449–52.
24. Pau M, Galli M, Crivellini M, Giorgio A. Foot-ground interaction during upright standing in children with Down syndrome. *Res Dev Disabil* 2012;33(6):1881–7.
25. Mik G, Gholve PA, Scher DM, Widmann RF, Green DW. Down syndrome: orthopedic issues. *Curr Opin Pediatr* 2008;20(1):30–6.
26. Vázquez Castilla ML, Rodríguez Martínez A, Arroyo Rodríguez Navas AR, Benjumea Acosta A. Desalineaciones de los miembros inferiores en niños con síndrome de Down. *Fisioterapia*. 2012;34(4):140–5.
27. Nikolaidou ME, Boudolos KD. A footprint-based approach for the rational classification of foot types in young schoolchildren. *foot*. 2006;16:82–90.
28. Bordin D, De Giorgi G, Mazzocco G, Rigon F. Flat and cavus foot, indexes of obesity and overweight in a population of primary-school children. *Minerva Pediatr* 2001;53(1):7–13.
29. Chen K-C, Yeh C-J, Kuo J-F, Hsieh C-L, Yang S-F, Wang C-H. Footprint analysis of flatfoot in preschool-aged children. *Eur J Pediatr* 2011;170(5):611–7.
30. El O, Akcali O, Kosay C, Kaner B, Arslan Y, Sagol E, et al. Flexible flatfoot and related factors in primary school children: a report of a screening study. *Rheumatol Int* 2006;26(11):1050–3.
31. Laguna Nieto M, Alegre LM, Aznar Lain S, Abián Vicén J, Martín Casado L, Aguado Jódar X. ¿Afecta el sobrepeso a la huella plantar y al equilibrio de niños en edad escolar? *Apunt Med l'Esport*. 2010;45(165):9–16.
32. Departament de Benestar Social i Família. Generalitat de Catalunya. Graus de la situació de discapacitat [Internet]. 2009.
33. [SEEDO'2000 consensus for the evaluation of overweight and obesity and the establishment of criteria for therapeutic intervention. Sociedad Española para el Estudio de la Obesidad]. *Med Clin (Barc)* 2000 Apr;115(15):587–97
34. Cabañas Armesilla MD, Esparza Ros F. Compendio de cineantropometría. Madrid: CTO Editorial; 2009.
35. Melville CA, Cooper SA, McGrother CW, Collacott R. Obesity in adults with Down syndrome: a case-control study. *J Intellect Disabil Res JIDR* 2005;49:125–33.

36. Harichaux P, Medelli J. Pruebas de aptitud física y tests de esfuerzo evaluación científica de la aptitud física. Rendimiento deportivo (Inde). Barcelona: INDE Publicaciones; 2006.
37. Hurley WL, Denegar CR, Hertel J. Research methods: A framework for evidence-based clinical practice. Philadelphia: Lippincott Williams&Wilkins, a Wolters Kluwer business; 2011.
38. Doménech Massons JM. Medida del cambio: Análisis de diseños con medidas intrasujeto. Fundamentos de diseño y estadística. Barcelona: Signo; 2000.

4.4. Publicació 3

Gutiérrez-Vilahú, L., Massó-Ortigosa, N., Rey-Abella, F., Costa-Tutusaus, L., & Guerra-Balic, M. (2015). Estudio comparativo de las huellas plantares en jóvenes con síndrome de Down. *Revista Médica Internacional sobre el Síndrome de Down*. doi.org/10.1016/j.sd.2015.05.003 (en premsa).



REVISTA MÉDICA
INTERNACIONAL SOBRE
EL SÍNDROME DE DOWN

www.elsevier.es/sd



ORIGINAL

Estudio comparativo de las huellas plantares en jóvenes con síndrome de Down

L. Gutiérrez-Vilahú^{a,*}, N. Massó-Ortigosa^a, F. Rey-Abella^a, L. Costa-Tutusaus^a y M. Guerra-Balic^b

^a Facultad de Ciencias de la Salud Blanquerna, Universidad Ramón Llull, Barcelona, España

^b Facultad de Psicología, Ciencias de la Educación Física y del Deporte Blanquerna, Universidad Ramón Llull, Barcelona, España

Recibido el 17 de enero de 2015; aceptado el 12 de mayo de 2015

PALABRAS CLAVE

Síndrome de Down;
Huella plantar;
Gold standard;
Índices podológicos;
Clasificación clínica

Resumen

Introducción: Los trastornos musculoesqueléticos a nivel del pie son frecuentes en las personas con síndrome de Down (SD). Por ello el diagnóstico precoz mediante examen podológico de las huellas plantares puede ayudar a prevenir las manifestaciones ortopédicas. El objetivo es analizar, medir y clasificar la huella plantar mediante los índices podológicos (gold standard) en jóvenes con SD.

Método: Estudio transversal comparativo; se analizaron 86 huellas plantares correspondientes a 2 grupos: 21 sujetos sin SD, 11 hombres de 20,45 (2,16) años y 10 mujeres de 20 (1,70) años; y 22 sujetos con SD, 11 hombres de 23,82 (3,12) años y 11 mujeres de 24,82 (6,81) años. Se registraron las huellas plantares en bipedestación estática mediante la utilización de un podoscopio óptico y una cámara digital. Los índices analizados son Hernández-Corvo, Chippaux-Smirak, Stahelli y ángulo de Clarke. Se compararon los resultados de ambas muestras y se analizó la concordancia entre los tipos de pies, derecho e izquierdo, mediante la prueba de Chi-cuadrado.

Resultados: Los sujetos con SD se clasifican con pie plano y pronador en un 38,6% según el índice de Hernández-Corvo; Chippaux-Smirak 50%; Stahelli 70,4%; y ángulo de Clarke 59,1%. Los sujetos control presentan pies cavos en un 57,1% según el índice de Hernández-Corvo; Chippaux-Smirak 59,5%; Stahelli 81%; y como pie normal según el ángulo de Clarke en un 57,1%. Hay diferencia significativa ($p < 0,01$) en los índices Chippaux-Smirak, Stahelli y el ángulo de Clarke. La concordancia entre pie derecho e izquierdo no fue significativa.

Conclusión: Los jóvenes con SD presentan más porcentaje de pie plano pronador y menos cavos que el grupo control.

© 2015 Publicado por Elsevier España, S.L.U. en nombre de Fundació Catalana Síndrome de Down.

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: lourdesgv@blanquerna.url.edu (L. Gutiérrez-Vilahú).

<http://dx.doi.org/10.1016/j.sd.2015.05.003>

1138-2074/© 2015 Publicado por Elsevier España, S.L.U. en nombre de Fundació Catalana Síndrome de Down.

Cómo citar este artículo: Gutiérrez-Vilahú L, et al. Estudio comparativo de las huellas plantares en jóvenes con síndrome de Down. Rev Med Int Sindr Down. 2015. <http://dx.doi.org/10.1016/j.sd.2015.05.003>

KEYWORDS

Down syndrome;
Footprint;
Gold standard;
Podometric indexes;
Clinical classification

Comparative study of plantar footprints in youth with Down syndrome**Abstract**

Introduction: Musculoskeletal disorders of the locomotive apparatus are common in young people with Down syndrome (DS), especially in the feet. Early diagnosis by examination of podiatric footprints can help prevent orthopaedic symptoms. Our objective was to analyze, measure and classify footprints on the basis of podiatric indices (gold standard) in young people with DS.

Method: Cross-sectional study; 86 footprints were analyzed from 2 groups; there were 21 healthy subjects, 11 men 20.45 (2.16) years and 10 females 20.00 (1.70) years; and 22 subjects with DS, 11 men 23.82 (3.12) years and 11 females 24.82 (6.81) years. Footprints were recorded in standing position using an optical pedoscope and a digital camera system. We calculated the Hernández-Corvo index, Chippaux-Smirak index, Clarke's angle and Stahelli index. We then compared the results of both samples and analyzed the concordance between types of feet and right and left feet by Chi-square test.

Results: Footprints in individuals with DS showed flatfoot and/or pronated foot of 38.6% according to Hernández-Corvo index; 50%, to Chippaux-Smirak; 70.4%, to Stahelli; and 59.1%, to Clarke's angle. In healthy subjects the rates of cavus foot were 57.1%, according to Hernández-Corvo index; 59.5%, to Chippaux-Smirak index; and 81%, to Stahelli index; while 57.1% showed a normal foot based on Clarke's angle. Differences between the 2 groups were statistically significant ($P < .01$) in Chippaux-Smirak index, Stahelli index and Clarke's angle. The correlation between the right and left foot was not significant.

Conclusions: Young people with DS had a higher percentage of pronation and a lower percentage of cavus foot than the control group.

© 2015 Published by Elsevier España, S.L.U. on behalf of Fundació Catalana Síndrome de Down.

Introducción

Las personas con síndrome de Down (SD) presentan trastornos musculoesqueléticos. Los más comunes son la inestabilidad de la columna cervical superior: articulación occipitoatlantal y de la atlantoaxial, escoliosis toracogénica. También trastornos de las extremidades inferiores; a nivel de la cadera, la displasia acetabular, deslizamiento de la epífisis femoral y osteonecrosis o enfermedad de Perthes; a nivel de la rodilla, inestabilidad patelar; y a nivel del tobillo y dedos del pie, metatarso en valgo y pie plano¹⁻⁴.

La anomalía musculoesquelética más común observada en los SD es el pie plano, considerado un problema ortopédico congénito que afecta aproximadamente a un 70% de las personas con SD^{2,5-8}. Otras manifestaciones clínicas son la rotación externa de caderas y tibia, rodillas en flexión y tendencia al valgo, pies planos pronados, deformidad en hallux valgus y dedos en martillo⁷. También puede darse el pie zambo combinado con alguna de estas alteraciones ortopédicas más comunes siendo típicas en los sujetos con SD⁹.

Estas manifestaciones ortopédicas están relacionadas y van acompañadas de hipotonía muscular, hiperlaxitud ligamentosa y disfunción plantar^{6,10}. Las personas con SD han sido descritas anecdóticamente por su forma plantar como pie de pato y de andar chaplinesco debido a la posición en rotación externa de las extremidades inferiores^{5,7}. La posición del pie implica mecanismos de integración sensorial y motora que garantizan una buena posición de equilibrio en bipedestación estática y posterior deambulación¹¹. También se sostiene que hay una estrecha correlación de la posición del pie con la fase bipedestación estática¹².

El diagnóstico precoz podológico es una necesidad para detectar la presencia de problemas ortopédicos de las extremidades inferiores muy habituales en los individuos con SD; para ello Concolino et al. usa el podoscopio como examen morfoestático para analizar las huellas plantares¹³. El cálculo de los índices podológicos de las huellas plantares proporciona datos del contacto de la superficie del empeine, mediopié y retropié⁶.

Otros autores evalúan los arcos plantares en jóvenes sanos usando otros instrumentos de medición como la tinta papel y el fotopodoscopio¹⁴⁻¹⁶. También constatan el hundimiento del arco plantar interno para diagnóstico del pie plano y el valgo de talón como deformidad frecuente en ortopedia pediátrica de individuos sanos y lo relacionan con factores como la edad de crecimiento, morfotipo del pie y tipo de calzado mediante podoscopio¹⁷.

Los índices podológicos que pertenecen al «gold standard» de referencia son: índice de Hernández-Corvo (IH), índice de Chippaux-Smirak (ICS), índice de Stahelli (IS) y ángulo de Clarke (AC). Estos índices sirven para calcular la superficie de contacto de la huella plantar¹⁸⁻²⁰. El IH permite determinar el tipo de pie acorde con la escala de clasificación siguiente: 0-34% plano, 35-39% plano-normal, 40-54% normal, 55-59% normal-cavo, 60-74% cavo, 75-84% cavo fuerte y 85-100% cavo extremo. El ICS valora la ocupación del istmo plantar. Los valores de normalidad son 35 ± 10 . Los valores superiores determinan una tendencia al aplanamiento o pronación y los valores inferiores una tendencia al pie cavo. El IS establece una relación entre el mediopié y el talón. El rango de normalidad se encuentra entre 0,600-0,699. Valores superiores determinan tendencia al aplanamiento y pronación y valores inferiores tendencia

Cómo citar este artículo: Gutiérrez-Vilahué L, et al. Estudio comparativo de las huellas plantares en jóvenes con síndrome de Down. Rev Med Int Síndr Down. 2015. <http://dx.doi.org/10.1016/j.sd.2015.05.003>

al pie cavo. El AC valora el arco longitudinal interno del pie. El rango de normalidad es $38 \pm 7^\circ$. Valores superiores determinan tendencia al pie cavo y valores inferiores tendencia al aplanamiento y/o pronación. Estos índices, pues, miden la huella plantar clasificándolas en pie plano, normal o cavo, según la posición del calcáneo, y también según las relaciones entre el antepié, retropié y el istmo plantar.

El objetivo de este estudio es analizar las huellas plantares usando el gold standard de los índices podológicos, para medir y clasificar tipológicamente las huellas plantares, y comparar los resultados de individuos sanos con los sujetos con SD, a partir de una fotografía digital obtenida mediante el podoscopio óptico.

Materiales y métodos

Diseño

Estudio transversal comparativo donde se determinan 2 grupos de sujetos, un grupo con SD y un grupo sin SD, para analizar las medidas, clasificar y comparar los datos analizados.

Muestra

La muestra consistió en 43 sujetos: 21 sin SD, 11 hombres con una edad de 20,45 (2,16) años y 10 mujeres con una edad de 20 (1,70) años; y 22 personas con SD, 11 hombres con una edad de 23,82 (3,12) y 11 mujeres con una edad de 24,82 (6,81) años. Los sujetos control participaron voluntariamente y fueron reclutados entre los estudiantes de la Facultad de Ciencias de la Salud Blanquerna, Universidad Ramón Llull (Barcelona). Los sujetos con SD son alumnos de la «Escuela de Pedagogía y Terapéutica», «Taller ocupacional Jeroni Moragas» de Barcelona. Se obtuvo la declaración del consentimiento informado y aprobación de la junta de investigación institucional (IRB). Los sujetos del grupo control cumplieron los siguientes criterios de inclusión: individuos jóvenes y sanos sin antecedentes de traumatología ni cirugía de las articulaciones de la extremidad inferior. Fueron excluidos aquellos que presentaron enfermedad neuromuscular, vestibular o neurológica. Dolencia de tipo ortopédico, toma de fármacos con influencia sobre la postura o tono muscular. En los sujetos con SD se tuvieron en cuenta como criterios de inclusión el grado de discapacidad, que debe ser entre el 33-65% y el coeficiente intelectual entre 30-70%^{21,22}. Estos niveles son leves y moderados porque su aprendizaje es lento. Fueron excluidos aquellos sujetos que tenían un grado de discapacidad grave o profunda de entre el 65-85% y coeficiente intelectual inferior al 30%. También aquellos que presentaron enfermedad neuromuscular, vestibular o neurológica, o ingesta de determinados fármacos relacionados con enfermedad de diagnóstico psiquiátrico adicional.

Se recogieron los datos de filiación de todos los sujetos, se les practicó una anamnesis, una observación morfoestática del aparato locomotor y estudio de la composición corporal en relación con el tejido graso. Se adquirieron los datos descriptivos de los sujetos: edad, peso, talla y perímetro abdominal y de la cadera. Con estas variables, se calcularon: a) el índice de masa corporal (kg/m^2) cuyo valor normal para un adulto se considera entre 19 y $27 \text{kg}/\text{m}^2$;

b) el índice de Bouchard (kg/m) que relaciona el peso en función de la altura; c) el índice ponderal (cm/kg) que valora el somatotipo entre 38 y $45 \text{cm}/\text{kg}$, siendo para un adulto sano de $43 \text{cm}/\text{kg}$; d) el índice de circunferencia de cintura y cadera ($\text{lcc} = \text{cm}$) que relaciona el contenido de grasa visceral del organismo y cuyos valores en mujeres está entre 0,71 y 0,84 cm y en hombres entre 0,78 y 0,94 cm. En el caso de valores mayores que estos se considera un perfil androide y valores menores un perfil ginoide^{23,24}.

Registro mediante podoscopio

El estudio de la huella plantar en equilibrio estático se realizó mediante podoscopio óptico (cromado con luz directa 220v., 60x45x33). Es un dispositivo de cristal con un espejo oblicuo de 45° a la superficie superior y con luz que permite la observación reflejada de la huella plantar en bipedestación estática y las extremidades inferiores en paralelo²⁵. Para el procedimiento, los sujetos subieron al podoscopio con los pies descalzos teniendo en cuenta mantener una correcta bipedestación para respetar el equilibrio y la base de sustentación. Se familiarizaron con el instrumento subiéndolo y bajándolo 2 veces. Se les realizó una fotografía de las huellas plantares con una cámara fotográfica digital (Panasonic DMC-FS35) y se obtuvieron 86 huellas plantares entre pie derecho e izquierdo de ambos grupos en formato JPG.

Procedimiento de medición y cálculo de los índices

A partir de las imágenes fotográficas plantares se calcularon los índices podológicos de IH, ICS, IS y AC incluidos en el «gold standard» de referencia^{18,19,26}. Cada huella plantar fue reseguída en su contorno y analizada para su medición y clasificación.

Análisis de los datos estadísticos

Se calcularon los valores de media y desviación estándar para todas las variables descriptivas de la muestra. También se calcularon los números de casos y los porcentajes para cada uno de los índices y así poder clasificar los tipos de pies según los resultados obtenidos del análisis de los índices podológicos. Así como los porcentajes para la concordancia entre grupos del tipo de pie y de ambos pies, derechos e izquierdos, mediante la prueba del Chi-cuadrado de Pearson. Las pruebas estadísticas se llevaron a cabo con el programa SPSS versión 20 para Windows (SPSS, Inc, Chicago, IL, EE. UU.).

Resultados

Estadística descriptiva

Los datos descriptivos de la muestra se presentan en la [tabla 1](#).

En el grupo de sujetos sin SD se observan diferencias significativas entre los géneros, en la altura ($p=0,001$), en el peso ($p=0,004$) y en el lcc ($p=0,024$). En el grupo de

Tabla 1 Características descriptivas de la muestra

Variables	Sujetos sin syndrome de Down			Sujetos con síndrome de Down		
	Valores en hombres	Valores en mujeres	p	Valores en hombres	Valores en mujeres	p
N	11	10		11	11	
Edad (años)	20,45 (2,16)	20,00 (1,70)	0,809	23,82 (3,12)	24,82 (6,81)	0,519
Altura (cm)	1,77 (0,07)	1,63 (0,08)	0,001*	1,57 (0,09)	1,44 (0,06)	0,001*
Peso (kg)	72,64 (7,74)	60,20 (7,35)	0,004*	65,36 (10,72)	64,73 (16,88)	0,898
IMC	23,12 (2,03)	22,66 (3,39)	0,863	26,72 (4,56)	30,67 (6,10)	0,088
IB	40,96 (3,68)	36,90 (4,74)	0,114	41,74 (6,60)	44,52 (10,17)	0,478
IP	42,53 (1,39)	41,82 (2,52)	0,654	39,07 (2,51)	36,38 (2,10)	0,028*
Icc	0,84 (0,04)	0,79 (0,06)	0,024*	0,90 (0,05)	0,88 (0,05)	0,332

DE: desviación estándar; IB: índice de Bouchard; Icc: índice de circunferencia de cintura y cadera; IMC: índice de masa corporal; IP: índice ponderal.

Los datos se expresan como media (DE).

* $p < 0,05$ se considera significativa.

sujetos con SD, en la altura ($p = 0,001$) y en el índice ponderal ($p = 0,028$).

Clasificación del pie según los índices podológicos

El IH clasifica los pies en 7 tipologías (plano, plano-normal, normal, normal-cavo, cavo, cavo fuerte, y cavo extremo). El ICS, el IS y el AC clasifican los pies en 3: normal, plano

y/o pronación, y cavo. Para los sujetos control se analizaron 42 huellas plantares y para los sujetos con SD 44. Para los índices ICS, IS, y AC sí hay diferencia significativa ($p < 0,01$) y el IH no cumple las condiciones de aplicabilidad para la prueba Chi-cuadrado.

Los resultados de la clasificación según los índices podológicos se presentan en número de casos y porcentajes, y se muestran en la tabla 2.

Tabla 2 Clasificación de tipo de pie según índices podológicos

Tipo pie	Número (%)					
	Sujetos sin syndrome de Down (N = 21)			Sujetos con síndrome de Down (N = 22)		
	Izquierdo	Derecho	Ambos	Izquierdo	Derecho	Ambos
IH						
Plano	0 (0)	0 (0)	0 (0)	8 (36,4)	9 (40,9)	17 (38,6)
Plano-normal	0 (0)	0 (0)	0 (0)	2 (9,1)	2 (9,1)	4 (9,1)
Normal	0 (0)	1 (4,8)	1 (2,4)	6 (27,3)	6 (27,3)	12 (27,3)
Normal-cavo	2 (9,5)	4 (19)	6 (14,3)	1 (4,5)	1 (4,5)	2 (4,5)
Cavo	14 (66,7)	10 (47,6)	24 (57,1)	5 (22,7)	4 (18,2)	9 (20,5)
Cavo fuerte	3 (14,3)	4 (19)	7 (16,7)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
Cavo extremo	2 (9,5)	2 (9,5)	4 (9,5)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
ICS						
Normal	9 (42,9)	8 (38,1)	17 (40,5)*	9 (40,9)	12 (54,5)	21 (47,7)*
Plano y/o pronación	0 (0)	0 (0)	0 (0)*	12 (54,5)	10 (45,5)	22 (50)*
Cavo	12 (57,1)	13 (61,9)	25 (59,5)*	1 (4,6)	0 (0)	1 (2,3)*
IS						
Normal	2 (9,5)	3 (14,3)	5 (11,9)*	3 (13,6)	5 (22,7)	8 (18,2)*
Plano y/o pronación	1 (4,8)	2 (9,5)	3 (7,1)*	16 (72,8)	15 (68,2)	31 (70,4)*
Cavo	18 (85,7)	16 (76,2)	34 (81)*	3 (13,6)	2 (9,1)	5 (11,4)*
AC						
Normal	12 (57,1)	12 (57,1)	24 (57,1)*	3 (13,6)	8 (36,4)	11 (25)*
Plano y/o pronación	0 (0)	1 (4,8)	1 (2,4)*	14 (63,7)	12 (54,5)	26 (59,1)*
Cavo	9 (42,9)	8 (38,1)	17 (40,5)*	5 (22,7)	2 (9,1)	7 (15,9)*

AC: ángulo de Clarke; ICS: índice de Chippaux-Smirak; IH: índice de Hernández-Corvo; IS: índice de Staheli.

* Correlación significativa ($p < 0,01$).

Cómo citar este artículo: Gutiérrez-Vilahué L, et al. Estudio comparativo de las huellas plantares en jóvenes con síndrome de Down. Rev Med Int Sindr Down. 2015. <http://dx.doi.org/10.1016/j.sd.2015.05.003>

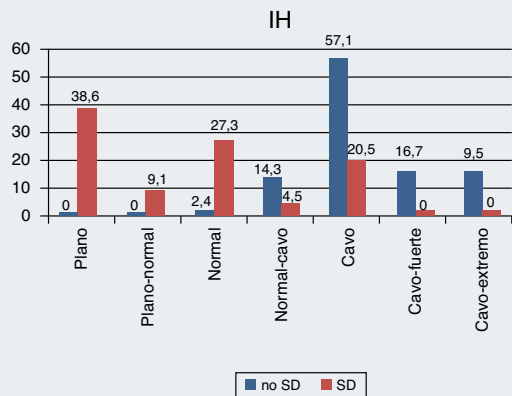


Figura 1 Comparación entre grupos según el índice de Hernández-Corvo.

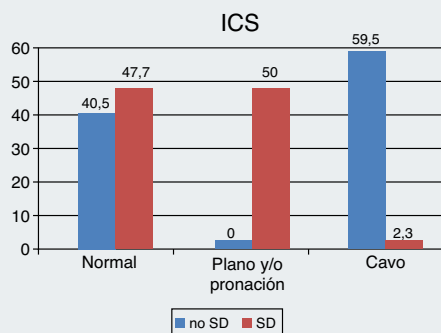


Figura 2 Comparación entre grupos según el índice de Chipaux-Smirak.

Comparación de ambos grupos según los índices podológicos

Según el IH, que clasifica los pies en 7 tipos, el 57,1% de los sujetos sin SD presenta un pie normal-cavo; y el 38,6% de los sujetos con SD presentan un pie plano (fig. 1).

Según el IH, que clasifica los pies en 7 tipos, el 57,1% de los sujetos sin SD presenta un pie cavo; y el 50% de los sujetos con SD un pie plano y/o pronación (fig. 2).

Según el IS, que clasifica los pies en 3 tipos, el 81% de los sujetos sin SD presentan un pie cavo; y el 70,4% de los sujetos con SD un pie plano y/o pronación (fig. 3).

Según el AC, que clasifica los pies en 3 tipos, el 57,1% de los sujetos sanos presenta un pie normal; el 59,1% de los sujetos con SD un plano y/o pronación (fig. 4).

Análisis de similitudes entre ambos pies: derechos e izquierdos

A partir de la clasificación del tipo de pie según los índices se pudieron comparar las concordancias y discordancias entre las huellas derechas e izquierdas de ambas muestras de estudio (tabla 3).

La prueba de Chi-cuadrado para el ICS, el IS y el AC tiene correlación no significativa ($p < 0,05$).

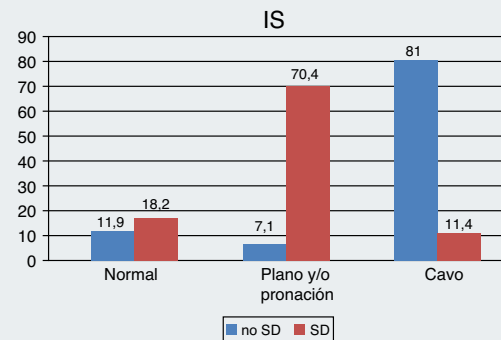


Figura 3 Comparación entre grupos según el índice de Stehli.

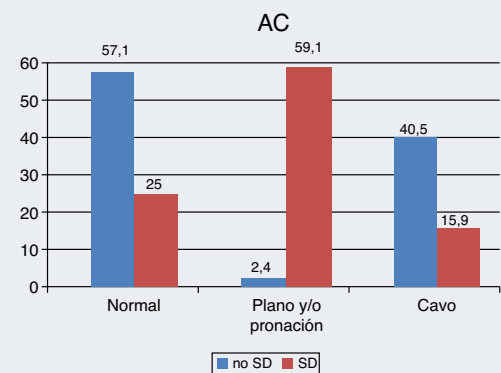


Figura 4 Comparación entre grupos según el ángulo de Clarke.

Discusión

La población de sujetos con SD muestra resultados en relación con la composición corporal por encima de los límites de la normalidad, a diferencia del grupo control. Podemos constatar diferencias significativas en el grupo con SD y también con relación al género. En el caso del índice de masa corporal se consideran valores normales en un adulto entre 19 y 27 kg/m². Las mujeres sobrepasan los valores considerados normales en mayor porcentaje que los hombres. Se determinaron grado 2 de obesidad para las mujeres y grado 1 de obesidad para los hombres. Para el índice ponderal que valora el somatotipo se considera como valor normal 43 cm/kg (rango 38-45 cm/kg.). En la población con SD las mujeres presentan valores menores de los normales que los hombres pero ambos se acercan a los valores normales; la diferencia significativa entre ellos es mínima. En cambio, en la población de sujetos sin SD se manifiestan valores cercanos a los normales. Valorando el Icc en los sujetos con SD vemos que están por encima de la normalidad, determinando que los hombres presentan morfotipo androide donde predomina la distribución topográfica de la grasa en el abdomen y las mujeres de tipo ginoide donde predomina el tejido en la parte inferior a nivel de caderas y región glútea. El valor del Icc se ve influido por las características antropométricas de los sujetos debido a su especial componente muscular y esquelético. Estos datos en su conjunto en la

Tabla 3 Concordancia entre pie izquierdo y derecho según índices podológicos

Tipo pie	Número (%)			
	Sujetos sin SD		Sujetos con SD	
	Igual	Diferente	Igual	Diferente
IH	11 (52,4)*	10 (47,6)*	9 (40,9)*	13 (59,1)*
ICS	18 (85,7)*	3 (14,3)*	13 (59,1)*	9 (40,9)*
IS	17 (81)*	4 (19)*	15 (68,2)*	7 (31,8)*
AC	11 (52,4)*	10 (47,6)*	11 (50)*	11 (50)*

AC: ángulo de Clarke; ICS: índice de Chippaux-Smirak; IH: índice de Hernández-Corvo; IS: índice de Staheli; SD: síndrome de Down.
* Correlación significativa ($p < 0,05$).

población con SD indican que tienden al sobrepeso y por lo tanto no les favorece en cuanto a la prevención de desalineaciones musculoesqueléticas o alteraciones en el apoyo. En cambio, en la población de sujetos sin SD están enmarcados dentro de la normalidad. Estos resultados antropométricos de ambos grupos son importantes a la hora de valorar los índices para determinar la clasificación del pie plano con retropié en valgo. La composición corporal en relación con el contenido de tejido graso puede modificar los apoyos plantares, favoreciendo la tendencia al pie plano pronador muy típico de los sujetos con SD (tabla 1).

El estudio fue diseñado para calcular los porcentajes y poder clasificar ambos pies. Los sujetos con SD presentaron pie plano y/o pronador y el grupo control presenta pies cavos según el IH, el ICS y el IS. En cambio se clasifican como pies normales según el AC. También, se ha observado que la clasificación de los pies derechos e izquierdos en ambas muestras tiende a mostrar una disimetría podológica. Es decir, que un mismo individuo puede presentar pies distintos. Existen datos controvertidos en la literatura sobre la relación del índice arco del pie, pie plano y pie cavo, teniendo en cuenta la morfología. El IH relaciona la parte anterior de la huella y pone de manifiesto qué cantidad de superficie se apoya en los metatarsianos; nuestros resultados en los sujetos con SD muestran datos muy similares de pie derecho e izquierdo, a diferencia del grupo control que muestra algunas diferencias entre los pies. El ICS y el AC se muestran bastante equilibrados con relación al pie derecho e izquierdo en ambos grupos. En cambio, en el IS se aprecia una ligera diferencia entre ambos pies y ambas poblaciones. La correlación fue significativa en ICS, IS y el AC (tabla 2).

Continuando con el análisis de los datos se observa que en el IH el grupo control presenta un porcentaje mayor de pies cavos y en el grupo SD se puede apreciar mayor cantidad de pies planos. Para el ICS y el IS los no SD muestran pies cavos y los SD pies plano y/o en pronación. Para el AC los no SD se clasifican como normales y los SD como pies plano y/o en pronación. Se comprueba que los no SD se clasifican como pies cavos y que los SD como pies plano y/o en pronación (figs. 1-4).

En el grupo control, según la comparación de la tipología de sus pies derechos e izquierdos, se encuentra mayor concordancia con el ICS y el IS; es decir, hay mayor similitud entre sus pies derechos e izquierdos. En cambio se mostró una menor concordancia con el IH y el AC. Los sujetos con SD evidencian menor concordancia con el IH y el AC y

mayor concordancia para el ICS e IS, siendo todos los datos no significativos (tabla 3).

Conclusión

El análisis de los datos para medir la superficie de contacto de las huellas plantares nos permite comprobar que en función de la cantidad de apoyo de los arcos plantares clasificamos el pie en una determinada tipología podológica, teniendo en cuenta que cada tipo de índice podológico relaciona la parte anterior, medial y posterior del pie. Los resultados respecto a la comparación de ambos grupos muestran porcentajes elevados de pies cavos con un arco plantar interno muy aumentado y en la población con SD ponen de manifiesto una disminución del mismo, presentando un tipo de pie plano pronador y un retropié valgo que acompaña una tendencia a la debilidad muscular y a la hiperlaxitud ligamentosa. En referencia a las similitudes o discordancias de los pies derechos e izquierdos, los individuos no clasifican por igual ambos pies.

Financiación

Beca: Este estudio ha sido parcialmente financiado por el Ministerio de Economía y Competitividad (Dirección General de Investigación y Gestión Plan Nacional I+D+I). Grant DEP2012-38984.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Agradecimientos

A los jóvenes alumnos de la «Escuela de Pedagogía y Terapéutica», «Taller ocupacional Jeroni Moragas» de Barcelona, y a los universitarios de la FCS Blanquerna que se han prestado de forma voluntaria a participar como sujetos de estudio; equipo directivo y profesionales de ambos centros.

Bibliografía

1. Mik G, Gholve PA, Scher DM, Widmann RF, Green DW. Down syndrome: Orthopedic issues. *Curr Opin Pediatr.* 2008;20:30-6.

Cómo citar este artículo: Gutiérrez-Vilahué L, et al. Estudio comparativo de las huellas plantares en jóvenes con síndrome de Down. *Rev Med Int Sindr Down.* 2015. <http://dx.doi.org/10.1016/j.sd.2015.05.003>

2. Caird MS, Wills BP, Dormans JP. Down syndrome in children: The role of the orthopaedic surgeon. *J Am Acad Orthop Surg.* 2006;14:610–9.
3. Girona Chenoll G, Cuello Villaverde E. Alteraciones ortopédicas en el síndrome de Down. *Rehabilitación.* 2002;36:143–8.
4. Vázquez Castilla ML, Rodríguez Martínez A, Arroyo Rodríguez Navas AR, Benjumea Acosta A. Desalineaciones de los miembros inferiores en niños con síndrome de Down. *Fisioterapia.* 2012;34:140–5.
5. Galli M, Rigoldi C, Brunner R, Virji-Babul N, Giorgio A. Joint stiffness and gait pattern evaluation in children with Down syndrome. *Gait Posture.* 2008;28:502–6.
6. Pau M, Galli M, Crivellini M, Giorgio A. Foot-ground interaction during upright standing in children with Down syndrome. *Res Dev Disabil.* 2012;33:1881–7.
7. Roizen NJ, Patterson D. Down's syndrome. *Lancet.* 2003;361:1281–9.
8. Esbensen AJ. Health conditions associated with aging and end of life of adults with Down syndrome. *Int Rev Res Ment Retard.* 2010;39:107–26.
9. Miller P, Kuo K, Lubicky JP. Clubfoot deformity in Down's syndrome. *Orthopedics.* 1995;18:449–52.
10. Arza López G, Navarro Peña C. El pie en el síndrome de Down. *El peu.* 2001;21:8–13.
11. Gomes MM, Barela JA. Postural control in Down syndrome: The use of somatosensory and visual information to attenuate body sway. *Motor Control.* 2007;11:224–34.
12. Cioni M, Cocilovo A, Rossi F, Paci D, Valle MS. Analysis of ankle kinetics during walking in individuals with Down syndrome. *Am J Ment Retard AJMR.* 2001;106:470–8.
13. Concolino D, Pasquzzi A, Capalbo G, Sinopoli S, Strisciuglio P. Early detection of podiatric anomalies in children with Down syndrome. *Acta Paediatr.* 2006;95:17–20.
14. Fascione JM, Crews RT, Wrobel JS. Dynamic footprint measurement collection technique and intrarater reliability: Ink mat, paper pedography, and electronic pedography. *J Am Podiatr Med Assoc.* 2012;102:130–8.
15. Nikolaidou ME, Boudolos KD. A footprint-based approach for the rational classification of foot types in young schoolchildren. *The foot.* 2006;16:82–90.
16. Bordin D, de Giorgi G, Mazzocco G, Rigon F. Flat and cavus foot, indexes of obesity and overweight in a population of primary-school children. *Minerva Pediatr.* 2001;53:7–13.
17. Revenga-Giertych C, Buló-Concellón MP. El pie plano valgo: evolución de la huella plantar y factores relacionados. *Rev Esp Cir Ortop Traumatol.* 2005;49:271–80.
18. Razeghi M, Batt ME. Foot type classification: A critical review of current methods. *Gait Posture.* 2002;15:282–91.
19. Stahelli L, Chew D, Corbett M. The longitudinal arch. A survey of eight hundred and eighty-two feet in normal children and adults. *J Bone Joint Surg Am.* 1987;69:426–8.
20. Forriol Campos F, Maiques JP, Dankloff C, Gomez Pellico L. Foot morphology development with age. *Gegenbaurs Morphol Jahrb.* 1990;136:669–76.
21. Departament de Benestar Social i Família. Generalitat de Catalunya.: Graus de la situació de discapacitat; 2009.
22. López-Ibor JJ, Valdés M, De Flores T. DSM-IV-TR : Manual diagnóstico y estadístico de los trastornos mentales. Barcelona: Masson; 2002.
23. Cabañas Armesilla MD, Esparza Ros F. Compendio de cineantropometría. Madrid: CTO Editorial; 2009.
24. Melville CA, Cooper SA, McGrother CW, Collacott R. Obesity in adults with Down syndrome: A case-control study. *J Intellect Disabil Res JIDR.* 2005;49:125–33.
25. Harichaux P, Medelli J. Pruebas de aptitud física y tests de esfuerzo evaluación científica de la aptitud física. Rendimiento deportivo. Barcelona: INDE Publicaciones; 2006.
26. Forriol Campos F, Pascual J. Footprint analysis between three and seventeen years of age. *Foot Ankle Int.* 1990;11:101.

4.5. Publicació 4

Massó-Ortigosa, N., Gutiérrez-Vilahú, L., Rey-Abella, F., Costa-Tutusaus, L., & Guerra-Balic, M. (2013). Analysis of centre of pressure in standing position in young subjects with Down Syndrome. *Hacettepe Journal of Sport Sciences*, 24 (2), 178-181.

Spor Bilimleri Dergisi
Hacettepe Journal of Sport Sciences
2013, 24 (2), 178-181

Analysis of Centre of Pressure in The Standing Position in Young Adults with Down Syndrome

Selected Poster Presentation

**Núria MASSÓ-ORTIGOSA¹, Lourdes GUTIERREZ-VILAHÚ¹, Ferran REY-ABELLA¹,
Lluís COSTA-TUTUSAUS¹, Myriam GUERRA-BALIC²**

¹ Blanquerna School of Health Science. Ramon Llull University. Barcelona. Spain.

² Faculty of Psychology and Educational and Sports Sciences. Ramon Llull University. Barcelona. Spain.

ABSTRACT

The two purposes of the study were to analyze Centre of Pressure (COP) behavior in a standing position in a group of young adults with Down Syndrome (DS) in different visual conditions, and to compare the results with a control group (CG). All participants were a part of a dance training program. There were 11 young adults with DS, six females and five males, aged 20.5 (1.3) and 12 non DS adults, eight females and four males, aged 20.3 (2.0). All participants were previously studied related to an anamnesis and physical exam. Bipedal standing position was evaluated in closed eyes and open eyes conditions for 30 seconds. Data were collected relative to COP from the platform (AMTI-SGA6-4): sway area, anteroposterior and mediolateral displacement, and also maximum displacement excursion. Differences in all parameters were compared between both groups using Mann-Whitney U test. Wilcoxon test

was applied to compare differences between open and closed eyes in both groups. Significant differences were found ($p < .05$) between groups in sway area, lateral and anteroposterior displacement, and maximal displacement excursion in open eyes condition. In closed eyes, the only differences between both groups were found in sway area and anteroposterior displacement but not in lateral. DS group didn't show differences between open and closed eyes, and control group demonstrated significant differences in anteroposterior displacement. It was concluded that young adults with DS demonstrated a poor postural control in the standing position. Differences with CG were more evident in open eyes than closed eyes condition. When conditions changed from open to closed eyes, the control group increased their anteroposterior displacement, but this did not happen in DS group.

Key Words: *Down syndrome, Balance, Standing position, Force platform, Centre of pressure.*

Received: 15.02.2013

Accepted for Publication: 10.06.2013

INTRODUCTION

Individuals with Down syndrome (DS) have some difficulties in motor control during social and sport activities (Latash & Anson, 1996). However, there is some evidence in favor of proper training being a good technique to improve motor organization (Latash & Anson, 1996). An important factor to take into account is the difficulty in static standing balance. DS individuals show worse postural control when studied using a force platform. Control of the Centre of Pressure (COP) is worse in individuals with DS (Cabeza-Ruiz, García-Massó, Centeno-Prada, Beas-Jiménez, Colado et al., 2011; Galli, Rigoldi, Mainardi, Tenore, Onorati et al., 2008; Rigoldi, Galli, Mainardi, Crivellini & Albertini, 2011; Villarroya, González-Agüero, Moros-García, Marín, Moreno et al., 2012). In some studies, it appears that the differences in postural control between CG and DS group is larger in the medial-lateral than in the anteroposterior displacement (Galli et al., 2008). The conditions surrounding static standing balance and the type of sensory information to use may influence postural control. There are previous experiences regarding the use and influence of factors such as vision and tactile input on postural control. Gomes and Barela (2007) studied a group of young adults with DS and a control group without DS standing on the force platform. Both groups were using the visual and tactile control to modify the COP. According to the results of Vuillerme, adaptive mechanisms to changes in visual and tactile conditions vary quantitatively rather than qualitatively (Vuillerme, Marin & Debû, 2001) In terms of age groups, children, youth and adults, all of them with DS, have been studied. Their differences versus CG were accentuated with age, especially in the degree of medial-lateral displacement of COP (Rigoldi et al., 2011).

The purpose of this study were to compare and contrast differences in control postural behavior between groups and within groups of youth, last ones based on the presence or absence of visual information. Advances in the use of visual sensory information in young adults with DS may increase knowledge related to the integration system used by DS and may increase the possibility to improve the adaptive mechanisms through motor and physical training.

METHOD

Participants: Participants were selected from special schools and higher education centers in the province of Barcelona, Spain. The young adults with DS and a CG (Table 1) signed a consent form. Inclusion criteria for the DS group participants were to be aged between 17 and 22 years, level of intellectual disability between 33% to 65%, and intellectual coefficient from 30% to 70%. Those Prospective participants who presented vestibular or neuromuscular disease, or ingestion of certain drugs related to additional psychiatric diagnosis were not accepted into the investigation. CG meet same criteria except those related to intellectual deficiency and disability. The approach of the study followed the criteria of the Helsinki Declaration and was approved by the Ethics Committee of the University Ramon Lull.

Table 1. Mean values and standard deviations of descriptive data

Parameter	CG (n = 11)	DSG (n = 11)
Age (years)	20.27 ± 2.05	20.55 ± 1.37
Height (cm)	1.68 ± 0.11	1.50 ± 0.11
Weight (kg)	63.64 ± 10.56	60.00 ± 10.04
BMI (kg/m ²)	22.47 ± 3.20	26.81 ± 4.46

Abbreviations: CG, control group; DSG, Down syndrome group;

BMI, body mass index

Procedures: Anamnesis, morphological, and postural observation, body fat percent and other descriptive data were collected (Table 1). Each participant was evaluated on the force platform (AMTI- SGA6-4) in a static standing position for a period of 30 s in open eyes condition looking at a wall in front of him/her (OE). After a break of 30 s, the evaluation was repeated in closed eyes condition with a blindfold (CE). All raw data from force platform were smoothed through a moving average algorithm (window 50 ms). From each trial, the following data were collected: Sway Area (SA), Range of Motion in Anterior-Posterior axis (ROM AP), Range of Motion in Media-Lateral axis (ROM ML) and Maximal Displacement (Max. Displ.)

180 Massó-Ortigosa, Gutierrez-Vilahú, Rey-Abella, Costa-Tutusaus, Guerra-Balic

Table 2. Mean values and standard deviations and comparison between groups

		OE			CE		
		CG	DSG	<i>p</i>	CG	DSG	<i>p</i>
ROM AP (cm)	Mean	1.546	2.742	.000*	1.936	2.556	.036*
	SD	0.195	0.626		0.571	0.545	
ROM ML (cm)	Mean	1.029	1.734	.005*	1.013	1.362	.349
	SD	0.261	0.788		0.358	0.733	
SA (cm ²)	Mean	0.709	2.081	.000*	0.864	1.696	.000*
	SD	0.208	1.206		0.445	1.179	
Max.Displ (cm)	Mean	0.950	1.743	.000*	1.164	1.548	.000*
	SD	0.152	0.566		0.423	0.374	

Abbreviation: OE, open eyes; CE, closed eyes; ROM, range of motion; AP, anterior-posterior; ML, medial-lateral; SA, Sway Area; Max.Displ., Maximal Displacement.

* $p < .05$ is considered significant of the comparison between control group (CG) and Down syndrome group (DSG)

Statistical Analysis: Mann Whitney U test was applied to obtain comparison between groups (Table 2). Wilcoxon test was used to compare data obtained in different visual conditions (OE versus CE) within DS group and CG (Table 3). All tests were applied using IBM-SPSS version 20 for Windows (IBM Corp ©).

RESULTS

Mann Whitney test showed significant differences between groups in all parameters analyzed on force platform in OE. DS group showed more displacement of COP. In CE, only significant differences were observed in ROM AP and SA (Table 2). Wilcoxon test showed significant differences in CG in OE versus CE in ROM AP, showing more displacement in CE, but DS group did not in any of analyzed parameters (Table 3).

DISCUSSION

The group of young adults with DS demonstrated larger displacement of COP in the standing position than CG. This is in accordance with anterior studies, although some differences in technical aspects can exist (Galli et al., 2008; Rigoldi et al., 2011; Villarroja et al., 2012; Vuillerme et al., 2001).

In contrast, only average sway velocity differences were reported between SD and CG in other studies (Webber, Virji-Babul, Edwards & Lesperance, 2004). It's important to consider the different age range of this sample used in this case, adults from 19 to 40. It could be interesting to analyze if differences in evolution of different parameters analyzed exists from infancy to adulthood. It is important to consider that increase in sway velocity is related to an increase in stiffness. It is greater in CE than in OE and

Table 3. Comparison among the different visual conditions analyzed within Down syndrome group and control groups

		CG			DSG		
		OE	CE	<i>p</i>	OE	CE	<i>p</i>
ROM AP (cm)	Mean	1.614	1.872	.041*	2.742	2.566	.721
	SD	0.292	0.588		0.626	0.546	
ROM ML (cm)	Mean	0.978	0.977	.859	1.727	1.363	.093
	SD	0.305	0.359		0.793	0.734	
SA (cm ²)	Mean	0.747	0.931	.213	2.238	1.975	.646
	SD	0.284	0.576		1.208	1.144	
Max.Displ (cm)	Mean	1.001	1.121	.213	1.743	1.548	.959
	SD	0.231	0.432		0.566	0.375	

Abbreviation: OE, open eyes; CE, closed eyes; ROM, range of motion; AP, anterior-posterior; ML, medial-lateral; SA, Sway Area; Max.Displ., Maximal displacement.

* $p < .05$ is considered significative of the comparison between control group (CG) and Down Syndrome group (DSG)

probably associated with an important co-contraction of ankle muscles (Vuillerme et al., 2001; Webber et al., 2004). There was a larger variability of data in SD than in CG in the present investigation, this probably means that young adults with DS can have different degrees of difficulty although they had similar disability degree. This variability also was seen in the anterior results (Cabeza-Ruiz et al., 2011; Galli et al., 2008). The differences were observed in the OE conditions, but in CE only differences were noted between groups in ROM AP. In addition, when changing conditions, no differences were found in DS in CE versus OE.

In contrast, CG increase their ROM AP. That is in accordance with recent results obtained by Villarroja et al. (2012). This suggests that visual information does not change COP behavior in the DS group.

It is concluded that young adults with DS show poor postural control in the standing position. Differences with CG are more evident in the open eyes condition. CG increases their anteroposterior range of motion in close eyes versus open eyes condition, but not the DS group. It's important to know if those differences can

change depending on age groups. It is recommended that in the future to investigate the possible improvement of postural control of this population based on specific training.

Acknowledgements: The young students of the "Escola de Pedagogia Terapèutica Jeroni de Moragas" and the "Blanquerna FCS, URL" of Barcelona that have provided volunteers to participate as subjects of study.

This work is partially supported by Ministerio de Economía y Competitividad (Dirección General de Investigación y Gestión Plan Nacional I+D+I. Grant DEP2012-38984

Corresponding Address:

Núria MASSÓ-ORTIGOSA

Blanquerna School of Health Science. Ramon Llull University

Blanquerna School of Health Science. Ramon Llull University Blanquerna

FCS C/Padilla 326-332. 08025 Barcelona

E-mail : nuriamo@blanquerna.url.edu

Phone: +(34)932533071

REFERENCES

1. Cabeza-Ruiz, R., García-Massó, X., Centeno-Prada, R., Beas-Jiménez, J. D., Colado, J. C., & González, L. (2011). Time and frequency analysis of the static balance in young adults with Down syndrome. *Gait & Posture* 33, 23-28.
2. Galli, M., Rigoldi, C., Mainardi, L., Tenore, N., Onorati, P., & Albertini, G. (2008). Postural control in patients with Down syndrome. *Disability and Rehabilitation*, 30(17), 1274-1278.
3. Gomes, M. M., & Barela, J. A. (2007). Postural control in Down syndrome: The use of somatosensory and visual information to attenuate body sway. *Motor Control*, 11(3), 224-234.
4. Lastash, M.L., Anson, J.G. (1996). What are "normal movements" in atypical populations? *Behavioral and Brain Sciences*, 19(1), 55-106.
5. Rigoldi, C., Galli, M., Mainardi, L., Crivellini, M., & Albertini, G. (2011). Postural control in children, teenagers and adults with Down syndrome. *Research in Developmental Disabilities*, 32, 170-175.
6. Villarroja, M. A., González-Agüero, A., Moros-García, T., de la, F. M., Moreno, L. A., & Casajús, J., A. (2012). Static standing balance in adolescents with Down syndrome. *Research in Developmental Disabilities*, 33, 1294-1300.
7. Vuillerme, N., Marin, L., & Debû, B. (2001). Assessment of static postural control in teenagers with Down syndrome. *Adapted Physical Activity Quarterly*, 18, 417-433.
8. Webber, A., Virji-Babul, N., Edwards, R., & Lesperance, M. (2004). Stiffness and postural stability in adults with Down syndrome. *Experimental Brain Research. Experimentelle Hirnforschung. Expérimentation Cérébrale*, 155(4), 450-458.

4.6. Publicació 5

Gutiérrez-Vilahú, L., Massó-Ortigosa, N., Costa-Tutusaus, L., Guerra-Balic, M., & Rey-Abella, F. Comparison of static balance on platform in young adults with Down syndrome before and after a dance program. *Adapted Physical Activity Quarterly* (en revisió).

From: <shayke@wincol.ac.il>
Date: 2015-09-02 15:10 GMT+02:00
Subject: APAQ.2015-0048.R1
To: nuriamo@blanquerna.url.edu
Cc: christinaj@hkusa.com

02-Sep-2015

Dear Miss massó:

Your revised manuscript entitled "COMPARISON OF STATIC BALANCE ON PLATFORM IN YOUNG ADULTS WITH DOWN SYNDROME BEFORE AND AFTER A DANCE PROGRAM" has been successfully submitted online and is currently being given full consideration for publication in the *Adapted Physical Activity Quarterly*.

Your manuscript ID is APAQ.2015-0048.R1.

Please mention the above manuscript ID in all future correspondence or if calling the office with questions. If there are any changes in your street address or e-mail address, please log in to ScholarOne Manuscripts at https://mc.manuscriptcentral.com/hk_apaq and edit your user information as appropriate.

You can also view the status of your manuscript at any time by checking your Author Center after logging in to https://mc.manuscriptcentral.com/hk_apaq.

Thank you for submitting your manuscript to the *Adapted Physical Activity Quarterly*.

Sincerely,

Editor
Adapted Physical Activity Quarterly
shayke@wincol.ac.il

Workflow 4

ADAPTED PHYSICAL
ACTIVITY QUARTERLY**COMPARISON OF STATIC BALANCE ON PLATFORM IN
YOUNG ADULTS WITH DOWN SYNDROME BEFORE AND
AFTER A DANCE PROGRAM**

Journal:	<i>Adapted Physical Activity Quarterly</i>
Manuscript ID:	APAQ.2015-0048.R1
Manuscript Type:	Original Research
Keywords:	center of pressure, postural control, standing position, dance, visual condition

SCHOLARONE™
Manuscripts

Review

DANCE TRAINING IN YOUNG ADULTS WITH DOWN SYNDROME

1

**1 COMPARISON OF STATIC BALANCE ON PLATFORM IN YOUNG ADULTS
2 WITH DOWN SYNDROME BEFORE AND AFTER A DANCE PROGRAM**

3

4

Abstract

5 The purpose of the study was to compare postural control in young adults with and
6 without Down syndrome, in a standing position with eyes closed and eyes open, before
7 and after an 18-week dance-based training program. The study included 11 young
8 people with Down syndrome aged 20.5 (1.3) years and 11 without Down syndrome
9 aged 20.2 (2.0) years. All parameters were recorded before and after the training
10 program. Parameters related to center of pressure (closed and open eyes) were recorded
11 from a platform with the participant in bipedal standing position during 30 seconds. The
12 results suggest that young people with Down syndrome have worse center of pressure
13 control in both visual conditions (closed and open eyes), and are affected by visual
14 information in a different way, than their peers without Down syndrome. In the group of
15 young adults with Down syndrome, the dance-based training program improved some
16 parameters related to the use of visual input in controlling center of pressure.

17

18 *Keywords:* center of pressure, postural control, standing position, dance, visual
19 condition.

20

DANCE TRAINING IN YOUNG ADULTS WITH DOWN SYNDROME 2**21 COMPARISON OF STATIC BALANCE ON PLATFORM IN YOUNG ADULTS**
22 WITH DOWN SYNDROME BEFORE AND AFTER A ADANCE PROGRAM

23

24 Individuals with Down syndrome (DS) have musculoskeletal and neuromuscular
25 effects including muscular hypotonia, ligament laxity, and a lack of muscle strength
26 (González-Agüero, Villarroya, Vicente-Rodríguez, & Casajús, 2009). They also have
27 delayed motor development, resulting in decreased movement velocity and delayed
28 reaction times (Agulló & González, 2006; Jobling, 1998; Latash, 2000; Virji-Babul,
29 Kerns, Zhou, Kapur, & Shiffrar, 2006). However, when motor patterns are studied, both
30 children and young people show great variability in these and other parameters
31 (Charlton, Ihsen, & Oxley, 1996; Davis, Sparrow, & Ward, 1991; LeClair, Pollock, &
32 Elliott, 1993). Atypical patterns of muscle recruitment to develop certain tasks also have
33 been observed in children with DS (Rast & Harris, 1985). Some authors suggest that
34 motor organization in children and adolescents with DS follows the same principles as
35 in the general population, but with some variations in order to adapt movement to the
36 difficulty in decision-making associated with DS. These authors conclude that training
37 in motor organization can be a good therapeutic tool (Almeida, Corcos, & Latash, 1994;
38 Latash & Anson, 1996).

39 Postural control has long been analyzed in children and adolescents with DS, but
40 there is much less literature about studies in adults. Some of the classic studies have
41 shown a better response to external actions (such as training) among children with DS,
42 despite their more limited motor ability, than in a control group (CG) of children
43 without DS; briefly, their center of gravity oscillates more, compared to CG peers, but
44 they show greater improvement after training. Response to external information is
45 comparable in both groups, but less efficient in children with DS because of differences

DANCE TRAINING IN YOUNG ADULTS WITH DOWN SYNDROME

3

46 in sensory integration (Butterworth & Cicchetti, 1978). According to Woollacott (1986),
47 visual and somatosensory conditions do not affect the degree of postural sway observed
48 in most children with DS: they use visual information, but are more dependent on the
49 redundancy of sensory information and show less adaptive response to changes in this
50 external information than their peers. The same research team observed that, in unstable
51 situations, children with DS produce good responses in an appropriate direction to
52 address postural instability, but in a more variable way and with longer latencies, so
53 their center of gravity sways more than the sway observed in the CG, and anticipatory
54 postural adjustments are less frequent in these children (Woollacott & Shumway-Cook,
55 1986). Similar results were obtained in adolescents with DS (Vuillerme, Marin, &
56 Debû, 2001). During the course of development from childhood to adulthood, postural
57 reactions and anticipatory movements in response to disturbance begin to appear.
58 Postural reactions are less variable and develop later in individuals with DS, and there is
59 often no agreement between the displacement of the center of pressure (COP) and the
60 direction of the “provocative disturbance” response (Aruin & Almeida, 1997;
61 Vuillerme, Marin, & Debû, 2001).

62 The analysis of COP is important. A force platform is considered a good tool to
63 analyze balance in teenagers, and even young adults, with DS (Rigoldi et al., 2006).
64 These authors observed a more unstable balance, compared to CG, mainly in
65 mediolateral displacement of COP. Differences in this parameter are more evident in
66 frequency-domain than in time-domain analysis (Galli et al., 2008; Martín-Casado &
67 Aguado, 2011). During development from childhood into adulthood, differences have
68 been observed between a CG and people with DS, and these differences increase with
69 age (Rigoldi, Galli, Mainardi, Crivellini, & Albertini, 2011).

DANCE TRAINING IN YOUNG ADULTS WITH DOWN SYNDROME

4

70 When balance is analyzed on a platform and with a change in sensory
71 conditions, a comparison of open eyes (OE) to closed eyes (CE) reveals some
72 differences between participants with and without DS. Greater changes are observed in
73 CG participants than in those with DS, likely because the latter have difficulty
74 integrating sensory information (Galli et al., 2008; Rigoldi et al., 2011; Villarroja et al.,
75 2012). Cabeza-Ruiz (2011) analyzed COP in the time and frequency domains in young
76 adults, reporting poorer static equilibrium in those with DS and enhanced differences
77 between individuals with and without DS in the energy distribution in the frequency
78 bands analyzed (Cabeza-Ruiz et al., 2011). In the absence of visual information, the CG
79 increased their energy at low frequencies, while the participants with DS decreased it. In
80 a study comparing balance in people with DS to those with other kinds of intellectual
81 disabilities, differences are observed in the mean frequencies of sway, but not in the
82 magnitude of COP displacement, suggesting that these differences arise from the
83 manner of body sways to achieve postural control (Kokubun et al., 1997).

84 Some evidence indicates that specific training can be a good tool to improve
85 velocity and muscular activation patterns in young adults with DS. Nevertheless, they
86 still differ from their CG peers in these parameters, with major intersubject and
87 intrasubject variability (Almeida et al., 1994; Elliott, 1985; Latash, 1992). Moreover,
88 specific training using unstable surfaces or destabilizing situations can improve balance,
89 postural control, muscular recruitment, and velocity, and reduce variability in both
90 groups. These improvements are more evident in younger people than in adults. In any
91 case, although differences between CG and people with DS persist, any improvement
92 can benefit quality of life and social integration (Brandt, 1989; Debû, 1998, 2004).

93 All of the studies included in a systematic review of postural control in children
94 (Debû, 2004) applied a short program of exercises (ranging from 2 to 9 weeks). A pilot

DANCE TRAINING IN YOUNG ADULTS WITH DOWN SYNDROME

5

95 study (Tolsma, 1994) with 9 weeks of specific training directed to static and dynamic
96 balance showed an improvement in platform parameters and a decrease in variability,
97 but these improvements began to decrease after four weeks. Therefore, the author
98 suggests that studies with longer-term follow-up are needed to see whether
99 improvements persist over time; it would also be desirable to extend the exercise
100 program and evaluate whether this improves the training effects and/or their persistence.

101 A systematic review that focused on the benefits of an exercise intervention in
102 randomized-controlled trials on physical fitness of individuals with DS included two
103 trials that assessed balance; the results suggest that exercise interventions improve
104 muscular strength and balance (Li, Chen, Meng How, & Zhang, 2013). In a similar
105 vein, specific therapies based on sensory integration, vestibular stimulation, and
106 neurodevelopment have been shown to be effective in children with DS (Uyanik,
107 Bumin, & Kayihan, 2003). The authors point out that dance can be a good physical
108 activity, promoting sensory integration and postural control and, as an enjoyable leisure
109 and social activity, can be practiced for extended time periods with the potential to
110 achieve more long-term effects.

111 The neurophysiological effects of dance have been studied in numerous
112 populations. Differences have been observed between professional dancers and CG in
113 tendon reflexes, balance, and proprioception studies (Goode & Van Hoven, 1982).
114 Other authors have reported better foot and ankle proprioception in dancers and ice
115 skaters than in runners (Li, Xu, & Hoshizaki, 2009). A cross-sectional study observed
116 better postural stability and faster leg reaction times in social dancers older than 60
117 years, compared to the CG participants; in those aged 50-59 years, the only difference
118 was better flexibility in dancers than in the CG (Zhang, Ishikawa-Takata, Yamazaki,
119 Morita, & Ohta, 2008). Longitudinal studies have reported improvements in motor

DANCE TRAINING IN YOUNG ADULTS WITH DOWN SYNDROME

6

120 coordination, speed, and strength after a dance program in young people, patients with
121 Parkinson disease, and older people, including those with visual impairment;
122 psychological well-being has also been associated with dance practice (Earhart, 2009;
123 Hackney, Hall, Echt, & Wolf, 2013; Uzunovic, 2008; Verghese, 2006; Zhang et al.,
124 2008). Tai Chi practice has some common aspects with dance training, and has been
125 shown to improve balance in older people or those with visual impairment (Chen, Fu,
126 Chan, & Tsang, 2012; Logghe et al., 2010).

127 Nevertheless, only a few studies of dance training have included participants
128 with intellectual disabilities. A longitudinal study assessed the impact of creative dance
129 programs for school-aged children with DS (Jobling & Cuskelly, 2006). The effect of
130 Greek traditional dance on dynamic balance has been studied in individuals with
131 intellectual disability (Mavrovouniotis, Argiriadou, & Papaioannou, 2010) and its
132 psychological effects have been analyzed in the elderly population (Tsimaras,
133 Giamouridou, Kokaridas, Sidiropoulou, & Patsiaouras, 2012). There is a long-standing
134 lack of literature on balance evaluation (Stratford & Ching, 1989) and no rigorous
135 evaluation standard exists (Becker & Dusing, 2010). On the other hand, most previous
136 studies are based on social dance, tango, traditional dance or tai chi, but the young
137 people in our study groups are interested in more contemporary dance moves.

138 The present study had three objectives: 1) to analyze postural control in static
139 standing in young people with DS and to compare the results with a control group; 2) to
140 compare, in each group, postural control in different visual conditions (closed and open
141 eyes); and 3) to analyze, in each group, possible changes in postural control in static
142 standing after a dance training program. Our hypothesis was that young adults with DS
143 have less postural control in static standing than young adults without DS, and that

DANCE TRAINING IN YOUNG ADULTS WITH DOWN SYNDROME

7

144 visual condition does not influence postural control in DS. We also hypothesized that
145 specific dance training would improve postural control in static standing in both groups.

146

147

Method**148 Participants**

149 Participants were selected from education centers in Barcelona, Spain. Eleven
150 young adults with DS attending a special school and 11 university students without DS
151 (CG) were included. Inclusion criteria for both groups were age (17-22 years) and
152 informed consent to participate. Additional inclusion criteria for participants with DS
153 were based on prior diagnosis and assessment by Spain's National Health Service that
154 classified their level of intellectual disability as low or moderate. This government
155 classification establishes five categories of physical, intellectual, and/or sensorial
156 disability: nonexistent (0%), borderline (15-29%), low (30-59%), moderate (60-75%)
157 severe, and very severe/profound (> 76%). The percentage is derived from a health
158 professional's assessment of items listed on the official questionnaire, defined by a
159 royal decree on "the procedure for the recognition, declaration, and confirmation of
160 degree of disability." These items include the score on a standard intelligence test (IQ)
161 and observed ability to adapt to different daily life environments (professional, cultural,
162 family or social), among others (RDL 1971/1999, 23 December).

163 Exclusion criteria were the presence of mobility problems, difficulty maintaining
164 bipedal stance, vestibular or neuromuscular disease, or drug therapies related to a
165 psychiatric diagnosis.

166 Informed consent was signed in all cases; all CG participants were older than 18
167 years and provided personal consent; under Spanish law, legal guardians must provide
168 consent for research participation by young people with DS. The study protocol

DANCE TRAINING IN YOUNG ADULTS WITH DOWN SYNDROME

8

169 followed the criteria of the Helsinki Declaration and all relevant national legislation and
170 was approved by the Ethics Committee of [REDACTED] University.

171 The 11 CG participants had a mean age of 20.27 (2.05) years, height of 1.68
172 (0.11) m, weight of 66.64 (10.56) Kg, and BMI of 22.47 (3.20) Kg/m². The 11
173 participants with DS had a mean age of 20.55 (1.37) years, height of 1.50 (0.11) cm,
174 weight of 60.00 (10.04) Kg, and BMI of 26.81 (4.46) Kg/m² (Table 1).

175

176 Materials and Procedure

177 **Platform.** Each participant was evaluated on a piezoelectric platform for
178 detection of ground reaction forces (AMTI-USA, model SGA6-4, number 3711). This
179 platform provided six signals corresponding to three components of the ground reaction
180 force and the moment of rotation on each axis. The recording frequency was 1000 Hz.
181 A LP 10 Hz filter and a smoothing algorithm based on a 50-ms window moving average
182 were applied to the raw data from each signal. The COP position was calculated from
183 the six signals, using the formulas and calibration parameters provided by the
184 manufacturer. All computations of distance were normalized to individual height.

185 **Intervention condition.** Participants followed an 18-week program of physical
186 training based on classical, modern, and creative dance principles. This activity was
187 included in a university course and during the time that the school for students with DS
188 devoted to physical education and art. On each campus, the sessions were directed by
189 two physical therapists with special expertise in dance and body language and took
190 place in classrooms specially designed for the practice of dance and physical activity.
191 Both classrooms had the same equipment: stretch bands, exercise balls, rings, mats,
192 mirrors, and ballet bar. The program was specifically designed and consisted of warm-
193 up activities (5-10 min), core strength and ballet bar exercises (15 min), proprioception

DANCE TRAINING IN YOUNG ADULTS WITH DOWN SYNDROME

9

194 exercises and balance with eyes open and closed (20 min), choreography (20 min),
195 improvisational exercises and image recognition in a mirror (15 min), and relaxation (5-
196 10 min). Some adaptations were made in the DS group, including more repetitions of
197 the pattern of exercises during the first two weeks, occasional demonstration of
198 exercises in front of the students to make it easier for participants to perform them, and
199 participants preferred music with simple rhythms.

200 The class met twice weekly for 90 minutes per session, and participation was
201 consistent with school/university attendance, exceeding 90% in both groups. Instructors
202 reported enthusiasm for the training program in both groups throughout the study
203 period, although participant satisfaction was not formally assessed.

204 **Testing procedures.** Anamnesis, morphology, posture, body mass index (BMI),
205 and other descriptive data were recorded during the two weeks prior to starting the
206 dance training and repeated during the week after it was completed (Cabañas Armesilla
207 & Esparza Ros, 2009). Two platform trials were recorded at each assessment. First, the
208 participant was asked to maintain a static standing position with feet placed
209 comfortably, eyes open and looking at a Y-shaped mark indicating the direction of the
210 platform axis. Participants placed their feet in the position each found to be comfortable.
211 The variability in foot morphology among people with DS results in an unusual
212 stance. Therefore, each participant was asked to maintain a comfortable static stance,
213 rather than a standard, fixed position. The operator requested the static stance, waited 5
214 to 10 seconds for the individual to stabilize in position, and then 30 seconds of data
215 were acquired. Verbal indication was given when acquisition started, at 15 seconds, and
216 upon completion. After a 30-second break, the second trial was recorded, using a
217 blindfold to ensure the CE condition but applying the same protocol.

DANCE TRAINING IN YOUNG ADULTS WITH DOWN SYNDROME

10

218 For each trial, the following parameters related to COP were computed: sway
219 area (SA), anteroposterior range of motion (ROM-AP), mediolateral range of motion
220 (ROM-ML), and maximal displacement in the time domain. These calculations were
221 based on the Prieto definitions (Prieto, Myklebust, Hoffmann, Lovett, & Myklebust,
222 1996); sway area was determined by the most external points of the whole trajectory of
223 the COP pattern, using an algorithm designed and validated by the authors (available
224 upon request). The anteroposterior and mediolateral components were also analyzed in
225 the frequency domain. In frequency analysis, a fast Fourier transform (FFT) was applied
226 to each coordinate. Maximum value of the power spectral density (MaxPSD), frequency
227 corresponding to this maximum PSD value, median frequency (MF), and mean power
228 frequency (MPF) were calculated (Prieto et al., 1996).

229 **Statistical analysis.** Normality test (Shapiro-Wilks W) was applied to all
230 variables; as some of them had a nonnormal distribution, only nonparametric tests were
231 applied. Differences between the groups in descriptive data and in time and frequency
232 domain analyses were obtained by Mann-Whitney U test. Intragroup differences in open
233 eyes versus closed eyes and pretraining versus posttraining values were analyzed by
234 Wilcoxon test. All analysis was done with IBM-SPSS version 20 for Windows (IBM
235 Corp.).

Results

236
237 **Descriptive data:** CG and DS groups did not differ in age ($p = .44$) and weight
238 ($p = .56$), but the participants with DS were shorter ($p < .01$) and had a higher BMI
239 ($p = .02$) than CG participants (Table 1).

240 **Differences between groups:** In time domain analysis in OE condition (Table
241 2), we found significant pretraining differences between groups in sway area ($U =$
242 $106.0, p < .01$), ROM-AP ($U = 106.0, p < .01$), ROM-ML ($U = 94.0, p < .01$), and

DANCE TRAINING IN YOUNG ADULTS WITH DOWN SYNDROME

11

243 maximal displacement excursion ($U = 108.0, p < .01$). In contrast, posttraining results
 244 did not differ significantly between groups in anteroposterior ($U = 82.0, p = .06$) and
 245 maximal displacement excursion ($U = 73.0, p = .15$). Differences persisted in ROM-ML
 246 ($U = 90.0, p = .01$) and sway area ($U = 95.0, p < .01$). In the frequency domain (Table
 247 2), the MF in pretraining and OE differed between groups for the mediolateral
 248 component ($U = 20.0, p < .01$), being lower in participants with DS, but there was no
 249 difference between groups in the posttraining assessment.

250 In CE condition, differences were observed in the time domain analysis (Table
 251 3) in pretraining sway area ($U = 96.0, p < 0.1$) and ROM-AP ($U = 89.0, p = .02$) values.
 252 Posttraining results differed in all time domain parameters: sway area ($U = 108.0,$
 253 $p < .01$), ROM-AP ($U = 103.0, p < .01$), ROM-ML ($U = 92.0, p < .01$), and maximal
 254 displacement excursion ($U = 89.0, p = .01$). In frequency domain analysis, there was no
 255 difference between groups neither in pretraining nor in posttraining.

256 **Comparison between different visual condition:** Some intragroup differences
 257 were observed, depending on visual conditions: in CG, ROM-AP differed in pretraining
 258 condition ($W = 56.0, p = .04$) (Table 4) but not in posttraining results ($W = 45.0,$
 259 $p = .27$) (Table 5). Among participants with DS, ROM-AP differed only in posttraining
 260 ($W = 47.0, p = .05$) and maximal displacement ($W = 39.0, p = .03$) (Table 5).

261 **Comparison between pretraining and posttraining condition:** Intragroup pre-
 262 post changes showed no differences except that the CG had a lower sway area in CE
 263 and posttraining conditions ($W = 10.0, p = .04$) (Table 6).

264

265

Discussion

266 We observed great variability in results among participants with DS, as shown in
 267 the difference between the 25th and 75th percentiles, as other authors have noted in

DANCE TRAINING IN YOUNG ADULTS WITH DOWN SYNDROME 12

268 reporting general characteristics of children and adolescents with DS (Shumway-Cook
269 & Woollacott, 1985; Villarroya et al., 2012; Winter, Patla, Ishac, & Gage, 2003). This
270 variability is of interest. Although it could be due to varying degrees of enthusiasm or
271 engagement and differences in collateral factors, the inclusion and exclusion criteria
272 should have minimized this effect in our sample.

273 Before training, most of the parameters in the time domain differed between the
274 two groups (Tables 2 and 3). Participants with DS had significantly worse postural
275 control (Tables 2 and 3). This finding concurs with other authors who reported
276 difficulties in postural control in people with DS, especially in the anteroposterior
277 direction (Galli et al., 2008; Rigoldi, Galli, Mainardi, & Albertini, 2014; Villarroya et
278 al., 2012; Vuillerme, Nicolas; Marin, Ludovic; Debû, 2001). Minor differences between
279 groups were observed in frequency domain values, but only mediolateral and again only
280 in OE condition (Table 2). The CG had higher frequency values, in contrast to a
281 previous study by Rigoldi (2011) that described higher frequencies obtained in
282 mediolateral position, but only in the participants with DS. They analyzed a large
283 sample divided into three age groups, and observed changes in both the time and
284 frequency domains; it is important to point out that differences increased with age. The
285 ROM-ML decreased in adults with and without DS, compared to young people, but
286 mediolateral frequencies differed between the studied groups, increasing with age in
287 participants with DS and probably corresponding to different postural strategies
288 (Rigoldi et al., 2011).

289 Nevertheless, in our posttraining results for the OE condition, differences
290 between the groups in ROM-AP and maximal displacement variables disappeared
291 because this value decreased in participants with DS (Table 2). This is consistent with
292 the lack of intragroup differences between visual conditions in these two variables in

DANCE TRAINING IN YOUNG ADULTS WITH DOWN SYNDROME

13

293 participants with DS in the pretraining assessment (Table 4) and the appearance of
294 differences in posttraining, when the OE value decreased (Table 5). In contrast,
295 differences in ROM-AP between visual conditions existed in the CG before training
296 (Table 4), but not after training, because ROM-AP decreased in the CE condition in this
297 group (Table 5). It is possible that training helped participants with DS improve their
298 postural control in OE (i.e., assisted by visual cues), while CG participants tended to
299 improve CE postural control after training. This potential explanation is based on
300 evidence that the general population is more likely to make routine use of visual
301 information to steady their balance, while individuals with DS have difficulty applying
302 that information (Galli et al., 2008; Rigoldi et al., 2011; Villarroya et al.,
303 2012). Therefore, each group in our study would have been likely to respond to training
304 by making the greatest changes under the visual conditions that are more challenging
305 for them. Nonetheless, no differences were observed in a comparison between
306 pretraining and posttraining conditions in the participants with DS (Table 7). Therefore,
307 further research in larger samples is required. The Wilcoxon test did not detect
308 significant intragroup differences in pretraining and posttraining assessments. The small
309 sample size and the variability typical of people with DS likely explains this finding. In
310 CG participants, differences in sway area were detected in CE, with pretraining values
311 being higher than the posttraining assessment (Table 6).

312 We consider these results to be consistent with a previous description of the
313 difficulty of sensory integration in people with intellectual disability, who do not
314 adequately use visual information to obtain better postural control (Horvat, Croce, &
315 Zagrodnik, 2010). The lack of significant differences between OE and CE conditions in
316 pretraining postural control in our participants with DS is in accordance with previous
317 studies (Galli et al., 2008; Villarroya et al., 2012). Our results suggest that training in

DANCE TRAINING IN YOUNG ADULTS WITH DOWN SYNDROME 14

318 the use of visual information, such as the dance program implemented in our study, can
319 modify this reported characteristic of people with DS. In fact, some exercises were
320 performed with both closed eyes and open eyes to increase spatial perception.
321 Villarroya et al. (2012) have suggested that future research simultaneously stimulate
322 both somatosensory and visual input to confirm their finding that people with DS used
323 more somatosensory input than CG participants.

324 A limitation of our study is the small sample size, due to the difficulty of
325 recruiting participants with homogeneity in age and development; both the small
326 number of participants and the observed variability in our sample limited the statistical
327 power of our analysis. Our participants with DS were students from the same school and
328 workplace, which contributed to the homogeneity of the sample and the type of
329 intervention used. The only descriptive differences observed between participants with
330 and without DS were in height and BMI parameters, consistent with the inherent
331 characteristics of the population with DS (Guerra-Balic, 2000).

332 Another limitation could arise from the variability of feet positioning when
333 individuals stand comfortably rather than in a standard, fixed position (Chiari, Rocchi,
334 & Cappello, 2002; Kirby, Price, & MacLeod, 1987; McIlroy & Maki, 1997). However,
335 a fixed position was not desirable in our study population because the wide variability
336 in foot morphology of people with DS may introduce a forced posture that would affect
337 the variability of the platform parameters. In addition, the expected improvement in
338 balance due to the dance program could lead to a better foot position when standing
339 comfortably, so a fixed position may introduce a bias.

340 A third limitation of our study is that follow-up was not feasible beyond the
341 completion of the training period. Most of our sample ended their school years and went
342 on to other special centers, often in other cities.

DANCE TRAINING IN YOUNG ADULTS WITH DOWN SYNDROME

15

343 We can conclude that young people with DS had a different balance pattern on
344 the platform than the CG. This difference was clear in time-domain variables, which are
345 related to COP area and range of motion. Minor differences were seen in frequency-
346 domain variables, but only in mediolateral direction in OE condition. With respect to
347 visual condition, only a few differences were detected. The CG had more
348 anteroposterior range of motion in CE in pretraining but not in posttraining, compared
349 to participants with DS. In contrast, we found no pretraining differences between OE
350 and CE in participants with DS, but differences appeared after training. The influence of
351 visual input seems to be more evident in the CG before training (better control in OE);
352 participants with DS seem to have used visual input in the posttraining assessment,
353 when anteroposterior displacement was decreased in OE, compared to CE. Part of the
354 dance program trained for the use of visual input to improve balance and coordination,
355 which suggests that postural control in people with DS could benefit from improved
356 sensory integration.

357 Based on these findings, our aim is to continue developing intervention
358 programs for different age groups and settings. Although involving other schools and
359 centers will introduce new variables (different spaces, more than one dance program
360 instructor, etc.), increased sample size may provide more statistical power and validity
361 to the study observations, and could help counteract the scattering of results observed in
362 the participants with DS. The opportunity to expand the age range, observing both child
363 and adult populations with DS, is also important. The transition from school to an
364 occupational workshop should not mark the end of opportunities for people with DS to
365 enjoy physical activity and artistic development. Finally, long-term follow-up is needed
366 to determine how long the training effects persist and whether longer training yields
367 increased benefits.

DANCE TRAINING IN YOUNG ADULTS WITH DOWN SYNDROME 16

368 We chose to use the force platform for this study because it is readily applicable
369 for balance assessment in young people with DS (Cabeza-Ruiz et al., 2011; Galli et al.,
370 2008; Rigoldi et al., 2011; Villarroya et al., 2012; Wang, Long, & Liu, 2012). This can
371 be considered a strength of the study because our participants had no difficulties in
372 using this objective, useful, and well-recognized tool. The present study confirmed the
373 difficulties of static balance in young people with DS, including COP behavior. In some
374 aspects, our results are consistent with previous studies. However, the type of observed
375 differences varied, which encourages us to continue to explore this line of research. Our
376 study has the novelty of observing the patterns of these differences and the potential
377 influence of a physical activity program aimed at improvement. In addition, we were
378 able to incorporate the dance program into the 18-week curriculum, twice the maximum
379 length of other similar studies. We consider this a strength of our study design;
380 however, we acknowledge that our lack of mid-term assessment at 9 weeks limits
381 comparison of our findings with previous studies.

382 Although previous studies have evaluated the effects of dance sessions in the
383 elderly and people with mental disabilities, there is a lack of research focused
384 specifically on people with DS. Most studies involve traditional or social dancing, and
385 they typically rate psychological, emotional, and physical (e.g., joint mobility, muscle
386 strength) benefits. Our program focused specifically on basic elements of modern and
387 contemporary dance, and on the enhancement of balance and postural control. As for
388 the behavioral assessment of COP, this approach has been used on previous occasions
389 in populations with DS and in different age groups. Our contribution is to use
390 systematic assessment and monitoring during the implementation of a program of
391 physical activity that was enjoyable for participants with and without DS.

DANCE TRAINING IN YOUNG ADULTS WITH DOWN SYNDROME

17

392 We can conclude that young people with DS differ from CG participants in
393 terms of control of the center of gravity during static standing, specifically in extent of
394 displacement rather than the oscillation frequency of their center of gravity. The
395 displacement amplitude is higher in young people with DS. Furthermore, we have found
396 that this center of gravity behavior does not change according to the visual condition,
397 i.e., whether or not they use visual cues.

398 Dance can help to improve postural control in individuals with DS, while also
399 being an enjoyable social activity. One of the observations made in our limited sample
400 warrants additional research. Before dance training, the group of individuals with DS
401 showed no differences in postural control parameters in a comparison of the OE and CE
402 visual condition; post-training, significantly better static stance stability was observed
403 for some parameters in the OE condition, compared to CE. Notably, these differences
404 were not significant in the intragroup analysis of pre- and post-training parameters, but
405 only in the post-training comparison of OE vs CE visual condition. Further work in
406 larger samples is needed to explore this observation in greater depth.

DANCE TRAINING IN YOUNG ADULTS WITH DOWN SYNDROME

18

407 **REFERENCES**

- 408 Agulló, I. R., & González, B. M. (2006). Factores que influyen en el desarrollo motor
409 de los niños con síndrome de Down. *Revista Médica Internacional Sobre El*
410 *Síndrome de Down*, 10(2), 18–24. doi:10.1016/S1138-2074(06)70045-8
- 411 Almeida, G. L., Corcos, D. M., & Latash, M. L. (1994). Practice and transfer effects
412 during fast single-joint elbow movements in individuals with Down syndrome.
413 *Physical Therapy*, 74(11), 1000.
- 414 Aruin, A. S., & Almeida, G. L. (1997). A coactivation strategy in anticipatory postural
415 adjustments in persons with Down syndrome. *Motor Control*, 1(2), 178-191.
- 416 Becker, E., & Dusing, S. (2010). Participation is possible: a case report of integration
417 into a community performing arts program. *Physiotherapy Theory and Practice*,
418 26(4), 275–80. doi:10.3109/09593980903423137
- 419 Brandt, T., Paulus, W. (1989). Postural retraining in exceptional population.
420 *Development of Posture and Gait across the Life Span*, 299–319.
- 421 Butterworth, G., & Cicchetti, D. (1978). Visual calibration of posture in normal and
422 motor retarded Down's syndrome infants. *Perception*, 7(5), 513–525.
423 doi:10.1068/p070513
- 424 Cabañas Armesilla, M. D., & Esparza Ros, F. (2009). *Compendio de cineantropometría*
425 (p. 496). Madrid: CTO.
- 426 Cabeza-Ruiz, R., García-Massó, X., Centeno-Prada, R., Beas-Jiménez, J. D., Colado, J.
427 C., & González, L.-M. (2011). Time and frequency analysis of the static balance in
428 young adults with Down syndrome. *Gait & Posture*. ruthcr@us.es: Elsevier
429 Sciencem. doi:10.1016/j.gaitpost.2010.09.014

DANCE TRAINING IN YOUNG ADULTS WITH DOWN SYNDROME

19

- 430 Charlton, J. L., Ihsen, E., & Oxley, J. (1996). Kinematic characteristics of reaching in
 431 children with Down syndrome. *Human Movement Science*, *15*(5), 727–743.
 432 doi:10.1016/0167-9457(96)00017-6
- 433 Chen, E. W., Fu, A. S. N., Chan, K. M., & Tsang, W. W. N. (2012). The effects of Tai
 434 Chi on the balance control of elderly persons with visual impairment: A
 435 randomised clinical trial. *Age and Ageing*, *41*(2), 254–259.
 436 doi:10.1093/ageing/afr146
- 437 Chiari, L., Rocchi, L., & Cappello, A. (2002). Stabilometric parameters are affected by
 438 anthropometry and foot placement. *Clinical Biomechanics*, *17*(9-10), 666–677.
 439 doi: 10.1016/S0268-0033(02)00107-9
- 440 Davis, W., Sparrow, W., & Ward, T. (1991). Fractionated reaction times and movement
 441 times of Down syndrome and other adults with mental retardation. *Adapted*
 442 *Physical Activity Quarterly*, *8*(3), 221–233.
- 443 Debû, B. (1998). Contrôle postural chez l'enfant sain et handicapé mental :
 444 développement et apprentissage. *STAPS. Sciences et Techniques Des Activités*
 445 *Physiques et Sportives*, (46-47), 15–30.
- 446 Debû, B. (2004). Postural control: a limiting factor for the motor development of
 447 individuals with Down syndrome. *European Bulletin of Adapted Physical Activity*,
 448 *3*(3), .
- 449 Earhart, G. M. (2009). Dance as therapy for individuals with Parkinson disease.
 450 *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine*, *45*(2), 231–238.
- 451 Elliott, D. (1985). Manual asymmetries in the performance of sequential movement by
 452 adolescents and adults with Down syndrome. *American Journal of Mental*
 453 *Deficiency*, *90*(1), 90–7.

DANCE TRAINING IN YOUNG ADULTS WITH DOWN SYNDROME 20

- 454 España. Real Decreto-ley 1971/1999, de 23 de diciembre, de procedimiento para el
455 reconocimiento, declaración y calificación del grado de minusvalía. *Boletín Oficial*
456 *del Estado*, 26 de enero de 2000, núm. 22, pp. 3317-3410
- 457 Galli, M., Rigoldi, C., Mainardi, L., Tenore, N., Onorati, P., & Albertini, G. (2008).
458 Postural control in patients with Down syndrome. *Disability and Rehabilitation*,
459 *30*(17), 1274–1278. doi:10.1080/09638280701610353
- 460 González-Agüero, A., Villarroya, M. A., Vicente-Rodríguez, G., & Casajús, J. A.
461 (2009). Masa muscular, fuerza isométrica y dinámica en las extremidades
462 inferiores de niños y adolescentes con síndrome de Down. *SIIB. Biomecánica:*
463 *Órgano de la Sociedad Ibérica de Biomecánica y Biomateriales*, *17*(2), 46-51.
- 464 Goode, D. J., & Van Hoven, J. (1982). Loss of patellar and achilles tendon reflexes in
465 classical ballet dancers. *Archives of Neurology*, *39*(5), 323–323.
466 doi:10.1001/archneur.1982.00510170065030
- 467 Guerra-Balic, M. (2000). *Síndrome de Down y respuesta al esfuerzo físico*. Barcelona.
468 Facultad de Medicina de la Universidad de Barcelona.
- 469 Hackney, M. E., Hall, C. D., Echt, K. V., & Wolf, S. L. (2013). Dancing for balance:
470 feasibility and efficacy in oldest-old adults with visual impairment. *Nursing*
471 *Research*, *62*(2), 138–43. doi:10.1097/NNR.0b013e318283f68e
- 472 Horvat, M., Croce, R., & Zagrodnik, J. (2010). Utilization of sensory information in
473 intellectual disabilities. *Journal of Developmental and Physical Disabilities*, *22*(5),
474 463–473. doi:10.1007/s10882-009-9182-4
- 475 Jobling, A. (1998). Motor development in school-aged children with Down syndrome: a
476 longitudinal perspective. *International Journal of Disability, Development and*
477 *Education*, *45*(3), 283–293. doi:10.3109/09593980903423137

DANCE TRAINING IN YOUNG ADULTS WITH DOWN SYNDROME

21

- 478 Jobling, A., & Cuskelly, M. (2006). Young people with Down syndrome: a preliminary
479 investigation of health knowledge and associated behaviours. *Journal of*
480 *Intellectual & Developmental Disability*, 31(4), 210–218.
481 doi:10.1080/13668250600999186
- 482 Kirby, R. L., Price, N. A., & MacLeod, D. A. (1987). The influence of foot position on
483 standing balance. *Journal of Biomechanics*, 20(4), 423–427. doi:10.1016/0021-
484 9290(87)90049-2
- 485 Kokubun, M., Shinmyo, T., Ogita, M., Morita, K., Furuta, M., Haishi, K., ... Koike, T.
486 (1997). Comparison of postural control of children with Down syndrome and those
487 with other forms of mental retardation. *Perceptual and Motor Skills*, 84(2), 499–
488 504. doi:10.2466/pms.1997.84.2.499
- 489 Latash, M. L. (1992). Motor control in Down syndrome: The role of adaptation and
490 practice. *Journal of Developmental and Physical Disabilities*, 4(3), 227–261.
491 doi:10.1007/BF01046967
- 492 Latash, M. L. (2000). Motor coordination in Down syndrome: the role of adaptive
493 changes. *Perceptual-Motor Behavior in Down Syndrome* (pp. 199–224). IL:
494 Human Kinetics.
- 495 Latash, M. L., & Anson, J. G. (1996). What are “normal movements” in atypical
496 populations? *Behavioral and Brain Sciences*, 19(01), 55-68.
497 doi:10.1017/S0140525X00041467
- 498 LeClair, D. A., Pollock, B. J., & Elliott, D. (1993). Movement preparation in adults with
499 and without Down syndrome. *American Journal of Mental Retardation : AJMR*,
500 97(6), 628–633.
- 501 Li, C., Chen, S., Meng How, Y., & Zhang, A. L. (2013). Benefits of physical exercise
502 intervention on fitness of individuals with Down syndrome: a systematic review of

DANCE TRAINING IN YOUNG ADULTS WITH DOWN SYNDROME 22

- 503 randomized-controlled trials. *International Journal of Rehabilitation Research*.
- 504 *Internationale Zeitschrift Für Rehabilitationsforschung. Revue Internationale de*
- 505 *Recherches de Réadaptation*, 36(3), 187–95.
- 506 doi:10.1097/MRR.0b013e3283634e9c
- 507 Li, J. X., Xu, D. Q., & Hoshizaki, B. (2009). Proprioception of foot and ankle complex
- 508 in young regular practitioners of ice hockey, ballet dancing and running. *Research*
- 509 *in Sports Medicine (Print)*, 17(4), 205–16. doi:10.1080/15438620903324353
- 510 Logghe, I. H. J., Verhagen, A. P., Rademaker, A. C. H. J., Bierma-Zeinstra, S. M. A.,
- 511 van Rossum, E., Faber, M. J., & Koes, B. W. (2010). The effects of Tai Chi on fall
- 512 prevention, fear of falling and balance in older people: a meta-analysis. *Preventive*
- 513 *Medicine*, 51(3-4), 222–7. doi:10.1016/j.ypmed.2010.06.003
- 514 Martín-Casado, L., & Aguado, X. (2011). Revisión de las repercusiones de los
- 515 esguinces de tobillo sobre el equilibrio postural. *Apunts. Medicina de l'Esport*,
- 516 46(170), 97–105. doi:10.1016/j.apunts.2011.04.002
- 517 Mavrovouniotis, F. H., Argiriadou, E. A., & Papaioannou, C. S. (2010). Greek
- 518 traditional dances and quality of old people's life. *Journal of Bodywork and*
- 519 *Movement Therapies*, 14(3), 209–218. doi:10.1016/j.jbmt.2008.11.005
- 520 McIlroy, W. E., & Maki, B. E. (1997). Preferred placement of the feet during quiet
- 521 stance: Development of a standardized foot placement for balance testing. *Clinical*
- 522 *Biomechanics*, 12(1), 66–70.
- 523 Prieto, T. E., Myklebust, J. B., Hoffmann, R. G., Lovett, E. G., & Myklebust, B. M.
- 524 (1996). Measures of postural steadiness: Differences between healthy young and
- 525 elderly adults. *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, 43(9), 956–966.
- 526 doi:10.1109/10.532130

DANCE TRAINING IN YOUNG ADULTS WITH DOWN SYNDROME

23

- 527 Rast, M. M., & Harris, S. R. (1985). Motor control in infants with Down syndrome.
 528 *Developmental Medicine & Child Neurology*, 27(5), 682–685. doi:10.1111/j.1469-
 529 8749.1985.tb14144.x
- 530 Rigoldi, C., Galli, M., Mainardi, L., & Albertini, G. (2014). Evaluation of posture signal
 531 using entropy analysis and fractal dimension in adults with Down syndrome.
 532 *Computer Methods in Biomechanics and Biomedical Engineering*, 17(5), 474–9.
 533 doi:10.1080/10255842.2012.692781
- 534 Rigoldi, C., Galli, M., Mainardi, L., Crivellini, M., & Albertini, G. (2011). Postural
 535 control in children, teenagers and adults with Down syndrome. *Research in*
 536 *Developmental Disabilities*, 32(1), 170–5. doi:10.1016/j.ridd.2010.09.007
- 537 Rigoldi, C., Galli, M., Mainardi, L., Virji-Babul, N., Crivellini, M., & Giorgio, A.
 538 (2006). Postural control in subjects with Down's syndrome. *Gait & Posture*, 24,
 539 S122–S123. doi:10.1016/j.gaitpost.2006.11.085
- 540 Shumway-Cook, A., & Woollacott, M. H. (1985). Dynamics of postural control in the
 541 child with Down syndrome. *Physical Therapy*, 65(9), 1315–1322.
- 542 Stratford, B., & Ching, E. Y. (1989). Responses to music and movement in the
 543 development of children with Down's syndrome. *Journal of Mental Deficiency*
 544 *Research*, 33 (1), 13–24. doi:10.1111/j.1365-2788.1989.tb01447.x
- 545 Tolsma, L. (1994). *Trainability of postural control in children with Down syndrome: a*
 546 *case study*. Unpublished Master Thesis, Catholic University Leuven, Belgium.
- 547 Tsimaras, V. K., Giamouridou, G. A., Kokaridas, D. G., Sidiropoulou, M. P., &
 548 Patsiaouras, A. I. (2012). The effect of a traditional dance training program on
 549 dynamic balance of individuals with mental retardation. *Journal of Strength and*
 550 *Conditioning Research / National Strength & Conditioning Association*, 26(1),
 551 192–8. doi:10.1519/JSC.0b013e31821c2494

DANCE TRAINING IN YOUNG ADULTS WITH DOWN SYNDROME

24

- 552 Uyanik, M., Bumin, G., & Kayihan, H. (2003). Comparison of different therapy
553 approaches in children with Down syndrome. *Pediatrics International: Official*
554 *Journal Of The Japan Pediatric Society*, 45(1), 68–73. doi:10.1046/j.1442-
555 200X.2003.01670.x
- 556 Uzunovic, S. (2008). The transformation of strength, speed and coordination under the
557 influence of sport dancing. *Facta Universitatis.Physical Education and Sport*, 6(2),
558 135–146.
- 559 Verghese, J. (2006). Cognitive and mobility profile of older social dancers. *Journal of*
560 *the American Geriatrics Society*, 54(8), 1241–4. doi:10.1111/j.1532-
561 5415.2006.00808.x
- 562 Villarroya, M. A., González-Agüero, A., Moros-García, T., de la Flor Marín, M.,
563 Moreno, L. A., & Casajús, J. A. (2012). Static standing balance in adolescents with
564 Down syndrome. *Research in Developmental Disabilities*, 33(4), 1294–300.
565 doi:10.1016/j.ridd.2012.02.017
- 566 Virji-Babul, N., Kerns, K., Zhou, E., Kapur, A., & Shiffrar, M. (2006). Perceptual-
567 motor deficits in children with Down syndrome: implications for intervention.
568 *Down's Syndrome, Research And Practice: The Journal Of The Sarah Duffen*
569 *Centre / University Of Portsmouth*, 10(2), 74–82. doi:10.3104/reports.308
- 570 Vuillerme, N.; Marin, L.; Debû, B. (2001). Assessment of static postural control in
571 teenagers with Down syndrome. *Adapted Physical Activity Quarterly*, 18, 417–
572 433.
- 573 Wang, H.-Y., Long, I.-M., & Liu, M.-F. (2012). Relationships between task-oriented
574 postural control and motor ability in children and adolescents with Down
575 syndrome. *Research in Developmental Disabilities*, 33(6), 1792–8.
576 doi:10.1016/j.ridd.2012.05.002

DANCE TRAINING IN YOUNG ADULTS WITH DOWN SYNDROME

25

- 577 Winter, D. A., Patla, A. E., Ishac, M., & Gage, W. H. (2003). Motor mechanisms of
578 balance during quiet standing. *Journal Of Electromyography And Kinesiology:*
579 *Official Journal Of The International Society Of Electrophysiological Kinesiology,*
580 *13(1), 49–56. doi:10.1016/S1050-6411(02)00085-8*
- 581 Woollacott, M. H., & Shumway-Cook, A. (1986). The development of the postural and
582 voluntary motor control systems in Down's syndrome children. *Advances in*
583 *Psychology, 31, 45–71. doi:10.1016/S0166-4115(08)61157-7*
- 584 Zhang, J.-G., Ishikawa-Takata, K., Yamazaki, H., Morita, T., & Ohta, T. (2008).
585 Postural stability and physical performance in social dancers. *Gait & Posture,*
586 *27(4), 697–701. doi:10.1016/j.gaitpost.2007.09.004*

587

588 Conflict of interest

589 There are no potential conflicts of interest that may affect the contents of this work.

590

591 Acknowledgments

592 The authors want to thank the students of [REDACTED] University and the students, their
593 parents, and the teachers of [REDACTED] that
594 participated in this study, for their support and understanding.

595 This study was supported by [REDACTED]

596 [REDACTED].

Table 1
Descriptive characteristics of the sample.

Parameter	CG (n=11)			DSG (n=11)			p
	M	(SD)	(P ₂₅ ,P ₇₅)	M	(SD)	(P ₂₅ ,P ₇₅)	
Age (years)	20.27	(2.05)	(19.00,21.00)	20.55	(1.37)	(19.50,21.50)	.44
Height (m)	1.68	(0.11)	(1.61,1.76)	1.50	(0.11)	(1.44,1.55)	<.01
Weight (kg)	63.64	(10.56)	(59.50,69.00)	60.00	(10.04)	(51.50,68.00)	.56
BMI (kg/m ²)	22.47	(3.20)	(20.22,25.23)	26.81	(4.46)	(23.42,29.32)	.02

Note. $p < .05$ is considered significant (displayed in boldface). CG= control group; DSG= Down syndrome group; M = mean; SD = standard deviation; BMI = body mass index; P25 = 25th percentile; P75 = 75th percentile

Table 2

Platform parameters in time and frequency domain. Open eyes condition. Comparison between Control group and Down syndrome group.

Parameter	Pre-T				Post-T							
	CG		DSG		CG		DSG		U	p		
	M	(SD)	M	(SD)	M	(SD)	M	(SD)				
ROM-AP	1.54	(0.20)	2.74	(0.63)	106.0	< .01	1.60	(0.49)	2.08	(0.69)	82.0	.06
ROM-ML	1.03	(0.26)	1.73	(0.79)	94.0	< .01	0.84	(0.25)	1.41	(0.57)	90.0	.01
sway area	0.62	(0.19)	1.67	(0.98)	106.0	< .01	0.49	(0.11)	1.50	(1.13)	95.0	< .01
Max.Displ	0.95	(0.15)	1.74	(0.57)	108.0	< .01	0.98	(0.26)	1.34	(0.49)	73.0	.15
MF AP (Hz)	0.25	(0.16)	0.18	(0.06)	35.5	.10	0.23	(0.14)	0.27	(0.19)	61.0	.71
MF ML (Hz)	0.43	(0.21)	0.24	(0.19)	20.0	< .01	0.47	(0.34)	0.29	(0.19)	32.0	.11

Note. $p < .05$ is considered significant (displayed in boldface); Pre-T = pretraining; Post-T = posttraining; CG = control group; DSG = Down syndrome group; M = mean; SD = standard deviation; U = Mann-Whitney U value; ROM = range of motion; AP = anteroposterior; ML = mediolateral; SA = sway area; Max.Displ. = maximal displacement.; MF = mean frequency

Workflow 4

Table 3
Platform parameters in time and frequency domain. Closed eyes condition. Comparison between Control group and Down syndrome group.

Parameter	Pre-T				Post-T				U	p		
	CG		DSG		CG		DSG					
	M	(SD)	M	(SD)	M	(SD)	M	(SD)				
ROM-AP	1.94	(0.57)	2.56	(0.55)	89.0	.02	1.75	(0.25)	2.60	(0.59)	103.0	<.01
ROM-ML	1.01	(0.36)	1.36	(0.73)	69.0	.35	0.79	(0.32)	1.39	(0.55)	92.0	<.01
sway area	0.68	(0.26)	1.58	(1.13)	96.0	<.01	0.50	(0.17)	1.53	(0.90)	108.0	<.01
Max.Displ.	1.16	(0.42)	1.55	(0.37)	82.0	.15	1.09	(0.17)	1.70	(0.31)	89.0	.01
MF AP (Hz)	0.32	(0.33)	0.21	(0.10)	49.5	.71	0.24	(0.16)	0.26	(0.17)	64.0	.56
MF ML (Hz)	0.37	(0.25)	0.24	(0.17)	34.5	.15	0.32	(0.18)	0.23	(0.22)	29.0	.07

Note. $p < .05$ is considered significant (displayed in boldface); Pre-T = pretraining; Post-T = posttraining; CG = control group; DSG = Down syndrome group; M = mean; SD = standard deviation; U = Mann-Whitney U value; ROM = range of motion; AP = anteroposterior; ML = mediolateral; SA = sway area; Max.Displ. = maximal displacement; MF = mean frequency

Table 4

Platform parameters in time domain. Pretraining condition. Comparison between different visual conditions.

Parameter	CG						DSG					
	OE		CE		<i>W</i>	<i>p</i>	OE		CE		<i>W</i>	<i>p</i>
	<i>M</i>	(<i>SD</i>)	<i>M</i>	(<i>SD</i>)			<i>M</i>	(<i>SD</i>)	<i>M</i>	(<i>SD</i>)		
ROM-AP	1.55	(0.20)	1.94	(0.57)	56.0	.04	2.74	(0.64)	2.57	(0.55)	24.0	.72
ROM-ML	1.03	(0.26)	1.01	(0.36)	29.0	.86	1.74	(0.79)	1.36	(0.73)	8.0	.09
sway area	0.62	(0.19)	0.68	(0.26)	39.0	.21	1.67	(0.98)	1.58	(1.13)	32.0	.65
Max.Displ.	0.95	(0.15)	1.16	(0.43)	47.0	.21	1.74	(0.57)	1.55	(0.37)	28.0	.96
MF AP (Hz)	0.25	(0.16)	0.32	(0.33)	38.5	.82	0.18	(0.06)	0.21	(0.10)	17.0	.66
MF ML (Hz)	0.43	(0.21)	0.37	(0.25)	18.5	.39	0.24	(0.19)	0.24	(0.17)	15.0	.23

Note. $p < .05$ is considered significant (displayed in boldface); CG= control group; DSG= Down syndrome group; OE= open eyes; CE= closed eyes; *M* = mean; *SD* = standard deviation; ROM = range of motion; AP = anteroposterior; ML = mediolateral; SA = sway area; Max.Displ. = maximal displacement; MF = mean frequency

Table 5
Platform parameters in time domain. Posttraining condition. Comparison between different visual conditions.

Parameter	CG					DSG						
	OE		CE		<i>W</i>	<i>p</i>	OE		CE			
	<i>M</i>	(<i>SD</i>)	<i>M</i>	(<i>SD</i>)			<i>M</i>	(<i>SD</i>)	<i>M</i>	(<i>SD</i>)	<i>W</i>	<i>p</i>
ROM-AP	1.60	(0.49)	1.75	(0.25)	45.0	.27	2.08	(0.69)	2.60	(0.59)	47.0	.05
ROM-ML	0.84	(0.25)	0.79	(0.32)	25.0	.65	1.41	(0.57)	1.39	(0.55)	22.0	.72
sway area	0.49	(0.11)	0.50	(0.17)	36.0	.20	1.50	(1.13)	1.53	(0.90)	36.0	.24
Max.Displ.	0.98	(0.26)	1.09	(0.17)	36.0	.39	1.34	(0.49)	1.70	(0.31)	39.0	.03
MF AP (Hz)	0.23	(0.14)	0.24	(0.17)	27.0	.96	0.27	(0.19)	0.26	(0.17)	17.0	.88
MF ML (Hz)	0.47	(0.34)	0.31	(0.18)	11.5	.08	0.29	(0.19)	0.23	(0.22)	11.5	.26

Note. $p < .05$ is considered significant (displayed in boldface); CG= control group; DSG= Down syndrome group; OE= open eyes; CE= closed eyes; *M* = mean; *SD* = standard deviation; ROM = range of motion; AP = anteroposterior; ML = mediolateral; SA = sway area; Max.Displ. = maximal displacement; MF = mean frequency

Table 6
Platform parameters in time and frequency domain. Control group. Comparison between pretraining and posttraining situations.

Parameter	OE						CE					
	Pre-T		Post-T		<i>W</i>	<i>p</i>	Pre-T		Post-T		<i>W</i>	<i>p</i>
	<i>M</i>	(<i>SD</i>)	<i>M</i>	(<i>SD</i>)			<i>M</i>	(<i>SD</i>)	<i>M</i>	(<i>SD</i>)		
ROM-AP	1.55	(0.20)	1.60	(0.49)	38.0	.66	1.94	(0.57)	1.75	(0.25)	21.0	.29
ROM-ML	1.03	(0.26)	0.84	(0.25)	13.0	.08	1.01	(0.36)	0.79	(0.32)	13.0	.08
sway area	0.62	(0.19)	0.49	(0.11)	10.0	.07	0.68	(0.26)	0.50	(0.17)	10.0	.04
Max.Displ.	0.95	(0.15)	0.98	(0.26)	34.0	.89 [▼]	1.16	(0.42)	1.09	(0.17)	34.0	.93 [▼]
MF AP (Hz)	0.25	(0.16)	0.22	(0.14)	22.5	.61	0.32	(0.33)	0.24	(0.17)	27.0	.98
MF ML (Hz)	0.43	(0.21)	0.47	(0.33)	39.5	.56	0.37	(0.25)	0.31	(0.18)	21.0	.51

Note. $p < .05$ is considered significant (displayed in boldface); OE = open eyes; CE = closed eyes; Pre-T = pretraining; Post-T = posttraining; *M* = mean; *SD* = standard deviation; ROM = range of motion; AP = anteroposterior; ML = mediolateral; SA = sway area; Max.Displ. = maximal displacement; MF = mean frequency

Workflow 4

Table 7
Platform parameters in time and frequency domain. Down syndrome group. Comparison between pretraining and posttraining situations.

Parameter	OE					CE						
	Pre-T		Post-T		<i>W</i>	<i>p</i>	Pre-T		Post-T			
	<i>M</i>	(<i>SD</i>)	<i>M</i>	(<i>SD</i>)			<i>M</i>	(<i>SD</i>)	<i>M</i>	(<i>SD</i>)	<i>W</i>	<i>p</i>
ROM-AP	2.74	(0.63)	2.08	(0.69)	7.0	.07	2.56	(0.55)	2.60	(0.59)	17.0	.52
ROM-ML	1.73	(0.79)	1.41	(0.57)	15.0	.37	1.36	(0.73)	1.39	(0.55)	21.0	.86
sway area	1.67	(0.98)	1.49	(1.13)	19.0	.68	1.58	(1.12)	1.53	(0.90)	15.0	.37
Max.Displ.	1.73	(0.57)	1.34	(0.49)	10.0	.25 [*]	1.55	(0.37)	1.70	(0.31)	22.0	1.00 [*]
MF AP (Hz)	0.18	(0.06)	0.27	(0.19)	25.0	.33	0.21	(0.10)	0.26	(0.17)	25.0	.33
MF ML (Hz)	0.24	(0.19)	0.29	(0.19)	28.0	.51	0.24	(0.17)	0.23	(0.22)	5.0	.50

Note. $p < .05$ is considered significant (displayed in boldface); OE = open eyes; CE = closed eyes; Pre-T = pretraining; Post-T = posttraining; *M* = mean; *SD* = standard deviation; ROM = range of motion; AP = anteroposterior; ML = mediolateral; SA = sway area; Max.Displ. = maximal displacement; MF = mean frequency

CAPÍTOL

5

DISCUSSIÓ

5. DISCUSSIÓ

Aquest projecte ha inclòs primer la validació i fiabilització d'un instrument de mesura de la mostra en població general i després en població amb la SD. La descripció i classificació de les empremtes plantars i la comparació d'aquestes abans i després d'aplicar la intervenció d'AF basada en la dansa. En segon lloc l'estudi del comportament de l'equilibri en bipedestació estàtica, la comparació entre grups, el comportament preintervenció i postintervenció en cada grup i com influeix la condició visual en cada grup.

5.1. Validació i fiabilitat de l'instrument de mesura en la població d'estudi

En aquest apartat plantejarem primer la validació i fiabilització del programari Photoshop CS5 en població general, després en població amb la SD, i finalment la comparació dels resultats entre ambdues poblacions mostrejades abans i després del programa d'intervenció. Per a la interpretació dels coeficients, els valors obtinguts del ICC oscil·len entre 0 (absència de concordança) i 1 (concordança absoluta). Específicament, els valors del ICC inferiors a 0.40 indiquen una concordança baixa, entre 0.41 i 0.75 indiquen concordança regular-bona i els valors del ICC entre 0.76 i 1 indiquen concordança molt bona (Doménech, 2000).

En la població general els estudis morfoestàtics en relació amb l'anàlisi de la petjada és un element que proporciona dades per a la comprensió del contacte del peu i el seu comportament en estàtica. Per aquest estudi, en la mostra de control de l'empremta plantar ha estat utilitzat l'estàndard d'or de mesures basat en el càlcul dels índexs podomètrics. Per dur a terme el càlcul es poden utilitzar diversos mètodes. En aquesta investigació s'han utilitzat els mètodes manual i el programari Photoshop CS5. Ambdós mètodes han presentat una alta fiabilitat (ICC 0.98 a 0.99) en tots els índexs podomètrics i s'han validat com a instrument de mesura. La validació i fiabilització de la nova tècnica amb el programari Photoshop CS5, en població general ha mostrat una molt bona concordança. L'empremta

va ser capturada amb un podoscopi òptic simple que ens va permetre visualitzar-la i obtenir la informació per a la seva anàlisi, seguiment i posterior classificació clínica. L'obtenció de la imatge digitalitzada de la petjada en el programari de Photoshop CS5 va proporcionar que aquesta imatge fos guardada, emmagatzemada i comparada entre les altres petjades dels peus drets i esquerres, les d'altres subjectes i les d'altres poblacions d'estudi. Aquest motiu va facilitar l'estudi de camp i les possibles aplicacions pràctiques en mostres més grans. El seu maneig és àgil, transportable, precís i barat, i fa possible dur a terme estudis comparatius entre diferents poblacions. També facilita el seguiment intrasubjecte amb el temps o després d'una intervenció terapèutica.

Els resultats que es van obtenir en la mostra de població general constaten l'alta fiabilitat i validesa (ICC 0.99 a 1), i mostra que es pot utilitzar indistintament tant el mètode manual com el programari Photoshop CS5 per obtenir els índexs podomètrics. Les mesures basades amb la posició dempeus en repòs de l'empremta plantar ens van proporcionar l'oportunitat d'investigar en la morfologia plantar. I ens va revelar dades necessàries sobre la tipologia podal que posteriorment s'han pogut classificar des del vessant clínic. D'acord amb la fórmula aplicada (vegeu annex 1), els índexs proporcionen una relació de la part anterior, del mig i part posterior del peu, per determinar els arcs transversal i longitudinals. Les dades que vam obtenir dels índexs ICS i IS determinen clínicament la proporció d'arc longitudinal medial. Per l'ICS, vam obtenir valors entre 0 a 39 i per l'IS valors entre 0 a 0.69. Aquests resultats són similars als estudis de Mathieson, Upton, & Prior (2004) i de Papuga & Burke (2011), que també utilitzen els índexs ICS (5.9 a 34.8) i IS (0.16 a 0.70) per la seva validesa. Per altra banda, Menz & Munteanu (2006) utilitzen tres mesures clíniques: l'alçada del navicular, l'angle de la inclinació del calcani, i IS per la seva validació, que també són concordants amb els nostres resultats obtinguts. Pel que fa a l'AC, vam obtenir una bona informació sobre la posició de la volta plantar i la relació que pugui manifestar una tendència al peu pla o peu buit en el pla horitzontal. Altres estudis també utilitzen l'alçada del navicular en el pla vertical per tal de classificar el tipus de peu i la relació amb el peu pla (Coughlin & Kaz, 2009; Mathieson et al., 2004).

Els resultats de fiabilitat i validació d'altres estudis en població general amb diferents instruments d'avaluació i utilitzant les mesures clíniques com ICS, IS, l'alçada del navicular i els arcs longitudinals i medials, mostren una bona fiabilitat dels instruments. Aydog et al. (2004) i Aydog, Tetik, Demirel, & Doral (2005) utilitzen com nosaltres instruments com el podoscopi i la càmera digital. Aquests equips serveixen per valorar altres índexs podomètrics en diversos esports. També Revenga-Giertych & Bulo-Concellón (2005) analitzen l'empremta utilitzant l'examen amb podoscopi. Altres estudis utilitzen instruments més sofisticats, com ara la plataforma Musgrave System per Mathieson et al. (2004); les RX per Williams & McClay (2000), Menz & Munteanu (2006), Villarroya et al. (2009), Coughlin & Kaz (2009) i Yalçin, Esen, Kanatli, & Yetkin (2010); Harris Beath Mat per El et al. (2006); l'escàner digital de plàti de Papuga & Burke (2011), per quantificar la informació sobre les estructures del peu.

Mètodes de mesura a través del mirall i la fotografia digital han resultat vàlids (ICC 0.58 a 0.99), i també com una eina clínica vàlida i fiable (Cobb, James, Hjertstedt, & Kruk, 2011; Mall, Hardaker, Nunley, & Queen, 2007). Fascione, Crews, & Wrobel (2012) demostra la variabilitat de les tècniques de recollida de mesures de l'empremta. Les mesures recollides amb tinta paper difereixen significativament de les recollides amb paper pedogràfic (ICC 0.85 a 0.96) i les del pedògraf electrònic (ICC 0.29 a 0.79). Independentment que els instruments de mesura són recomanables per a l'avaluació clínica del peu.

Un cop vam demostrar que ambdós mètodes, el manual i el Photoshop CS5, eren vàlids i fiables en població general, vam procedir a validar i fiabilitzar l'instrument de mesura en la població amb la SD a partir del mateix estàndard d'or. En els nostres resultats vam observar que el mètode informatitzat de Photoshop CS5 és una nova tècnica vàlida i fiable en les persones amb la SD (ICC 0.98 a 0.99). En altres poblacions especials en el marc de les discapacitats no hem trobat estudis que validin instruments de mesura com el Photoshop CS5. Fins on hem trobat, no s'han considerat ni realitzat altres estudis en relació amb la fiabilitat i la validació d'instruments de mesura a partir d'un programari d'aquest tipus.

Les nostres prediccions en població amb la SD en relació amb l'aplicació del mètode manual a partir de l'estàndard d'or i de l'instrument de mesura mitjançant Photoshop CS5,

com a programari de més exactitud i rapidesa, eren una certesa. El fet d'emprar un podoscopi per capturar la petjada fa que la familiarització sigui més fàcil per a la persona amb la SD i permet fer la presa de dades en el seu entorn habitual, i no en un laboratori d'anàlisi. Tampoc en poblacions especials hi ha constància en altres investigacions de la utilització del Photoshop CS5.

Altres estudis de població amb la SD utilitzen diversos instruments per a l'avaluació, des de molt simples fins a sofisticats. Concolino et al. (2006) avaluen la bipedestació estàtica amb el podoscopi i la dinàmica de la marxa amb el baropodòmetre electrònic, i els seus resultats classifiquen el peu en pla i/o en pronació. Els estudis de Caird et al. (2006), Girona & Cuello (2002), Mik et al. (2008) i Vázquez-Castilla et al. (2012) valoren la cirurgia ortopèdica en poblacions amb la SD. El paper del cirurgià ortopèdic hauria de ser una anticipació a les manifestacions musculars i esquelètiques que puguin causar deteriorament funcional. No recomanen el tractament quirúrgic mitjançant cirurgia, i constaten que és millor recomanar l'ús de plantilles i modificació i adaptació del calçat. Alarcón & Salcedo (2012) i Girona & Cuello (2002) utilitzen el protocol d'examen clínic o test en podologia i la Rx per fer l'avaluació, i els seus resultats són peus plans com a alteració ortopèdica més freqüent. Un gran nombre d'estudis han identificat anomalies físiques comunes en els peus de les persones amb la SD, com ata peu pla amb primer metatarsià var i hallux valg (Caird et al., 2006; Caselli, Cohen-Sobel, Thompson, Adler, & Gonzalez, 1991; Concolino et al., 2006; Mahan, Diamond, & Brown, 1983; Mik et al., 2008; Pau, Galli, Crivellini, & Albertini, 2012; Steingass, Chicoine, McGuire, & Roizen, 2011; Weijerman & de Winter, 2010). La fotometria i el processat informàtic en el pla frontal i lateral proporcionen informació en relació amb el turmell i el peu predominantment en valg (Vázquez-Castilla et al., 2012). La deformitat del valg del retropeu o un peu lax en valg, tal com descriu Alarcón & Salcedo (2012), va associat al peu pla i és un enfonsament de la volta plantar.

En relació amb la classificació del tipus morfològic del peu, els resultats obtinguts en el nostre estudi en les persones amb la SD van ser en major percentatge peu pla i/o en pronació segons els índexs IH, ICS i l'IS. Però segons AC es van classificar com a peus normals, tenint

en compte que és en el pla horitzontal, ja que en el pla vertical en població general altres estudis utilitzen l'alçada del navicular (Coughlin & Kaz, 2009; Mathieson et al., 2004; Menz & Munteanu, 2006). De totes maneres, en poblacions especials no hem trobat valoracions en relació amb el navicular i el posicionament de la volta plantar que pogués determinar un peu pla o buit, en funció de l'enfonsament de la volta. Segons quins índexs es calculen i quins instruments de mesura s'empren, la classificació podal ha de tenir en compte el pla vertical i l'horitzontal, i si l'estudi és del contorn plantar morfoestàtic o de les pressions plantars. També, vam valorar que mostraven diferències entre els peus, dret i esquerre, en un mateix subjecte per cadascun dels índexs podomètrics calculats: per IH un 59.1% dels subjectes tenien peus diferents, per ICS un 40.9%, per IS un 31.8% i per AC un 50%.

Aquest fet no es va donar en la mostra de control, que mostrava una tendència cap a un tipus de peu buit.

Els resultats de les nostres investigacions coincideixen amb els resultats d'altres estudis en què en la classificació del tipus de peu en població amb la SD és més freqüent la manifestació ortopèdica de la tendència d'un peu pla i/o en pronació i una tendència al valg (Caird et al., 2006; Concolino et al., 2006; Girona & Cuello, 2002; Mik et al., 2008; Vázquez-Castilla et al., 2012).

En el postentrenament els nostres resultats no han mostrat cap canvi en les poblacions mostrejades en relació amb l'empremta plantar, i en conseqüència la classificació del peu no ha variat després d'aplicar la intervenció amb la dansa. La nostra intervenció no era focalitzada en un treball específic i analític del posicionament del peu tal com es treballa en la dansa clàssica. Els resultats exposats i publicats a la taula 2 de l'estudi 3 mostren la classificació en funció del tipus de peu abans de la intervenció. Aquests resultats coincideixen amb els resultats de després de la intervenció, on nosaltres no hem trobat cap canvi en l'empremta plantar en la preintervenció i la postintervenció. Tampoc hem trobat estudis previs que mostrin canvis intragrup.

5.2. Anàlisi del centre de pressió

En aquest apartat presentem el comportament del COP dels participants amb la SD respecte al GC quant als paràmetres d'amplituds de desplaçament AP, ML, àrea d'oscil·lació, màxim desplaçament i les freqüències en AP, ML. Analitzem la comparació entre grups, la comparació preintervenció i postintervenció, així com amb la condició d'ulls oberts (UO) i ulls tancats (UT).

5.2.1. Comparació entre grups

Els nostres resultats en l'estudi de la bipedestació estàtica indiquen el comportament del COP en la **preintervenció amb els UO**, on es va mostrar en relació amb tots els paràmetres de les amplituds que les persones amb la SD es desplacen més que el GC. Totes les diferències entre els valors de les amplituds són significatives ($p < .01$). En relació amb les freqüències les persones amb la SD es belluguen amb més lentitud. La diferència significativa entre els dos grups quant a la freqüència de desplaçament ML és més baixa en les persones amb la SD amb els UO ($p < .01$).

En l'estudi de la bipedestació estàtica, el comportament del COP en la **preintervenció amb els UT** en els dos grups no són tan diferents. Les persones amb la SD es desplacen més en els paràmetres de l'àrea d'oscil·lació ($p < .02$) i el ROM AP ($p < .01$). Quant a les freqüències, els resultats no van mostrar diferències.

En l'estudi de la bipedestació estàtica, el comportament del COP en la **postintervenció amb els UO** es veu que els paràmetres del COP que mostren diferència són únicament els ROM ML ($p = .01$) i l'àrea d'oscil·lació ($p < .01$), i és major l'amplitud en les persones amb la SD. Aquest grup es mou més en sentit del ROM ML i l'àrea d'oscil·lació és més gran. No obstant això, aquí no es constaten diferències pel que fa al ROM AP i el màxim desplaçament. Les freqüències, comparant els dos grups, no són diferents. Aquestes troballes suggereixen que el comportament del COP és més semblant entre els dos grups després de la intervenció.

En l'estudi de la bipedestació estàtica, el comportament del COP en la **postintervenció amb els UT** mostra que les persones amb la SD són diferents en tots els paràmetres en comparació amb el GC. En aquest sentit, el grup amb la SD té més amplitud de desplaçament en els paràmetres ROM AP, ROM ML i àrea d'oscil·lació, tots els valors són significatius ($p < .01$), també en el màxim desplaçament ($p = .01$). Aquestes troballes suggereixen que amb els UT el comportament del COP entre els dos grups és diferent després de la intervenció. Sembla que les mitjanes dels valors en el GC tendeixen a ser més baixes, cosa que no és tan clara en el grup amb la SD. Novament les freqüències d'oscil·lació no són diferents entre els dos grups.

Els nostres resultats són coincidents amb altres estudis en considerar que les persones amb la SD manifesten diferències durant el control postural. És important tenir en compte l'augment de la velocitat del balanceig i de l'oscil·lació i relacionar-lo amb un augment de la rigidesa articular. Les persones amb la SD mostren un mal control postural en comparació amb la població general (Galli, Rigoldi, Brunner, Virji-Babul, & Giorgio, 2008; Galli, Rigoldi, Mainardi, et al., 2008; Rigoldi, Galli, Mainardi, Crivellini, & Albertini, 2011; Villarroya et al., 2012; Vuillerme, Marin, & Debû, 2001), així com els resultats de Gomes & Barela (2007), que indiquen que les persones amb la SD oscil·len més que les persones de població general ($p < .05$). També es veu que les persones amb la SD són capaces d'utilitzar la informació sensorial per reduir la influència del cos, i demostren que no hi ha diferències en la integració sensorial entre les persones amb la SD i les persones de població general.

Rigoldi et al. (2011) fan l'estudi en la població amb la SD amb diferents franges d'edat i evidencien que en augmentar l'edat les diferències també s'incrementen. Respecte als adults, aquests autors observen que tant amb els UO com amb els UT també es perceben diferències significatives ($p < .05$) en els paràmetres d'amplituds (ROM AP, ROM ML, àrea d'oscil·lació), i són més alts en el cas de la població amb la SD. En canvi els seus resultats quant a les freqüències són diferents dels nostres. En el seu cas hi ha diferència pel que fa a la freqüència d'oscil·lació ML, però en sentit invers, i és més alta en el cas de les persones amb la SD. Aquest estudi no analitza l'efecte de cap intervenció, es va centrar en l'evolució

del COP des de l'edat infantil fins a l'adulta, i observa que les diferències s'havien anat incrementant en el temps. Els autors conclouen que les persones amb la SD amb l'edat van adquirint diferents estratègies amb la finalitat de mantenir l'equilibri.

En l'estudi del balanceig postural en la bipedestació estàtica per obtenir una mesura de rigidesa durant les trajectòries del COP, Webber et al. (2004) ho apliquen a partir de dos models: el pèndul invertit de Winter et al. (1998) i el model de polímer de Chow & Collins (1995). Són models experimentals per influir en les respostes del sistema postural a partir de les dades del balanceig postural i que proporcionen el sistema de control neuromuscular i dinàmica del COP. Els resultats van mostrar un augment en la velocitat del balanceig de l'estabilitat postural en les persones amb la SD amb la condició visual d'UO. En el cas dels estudis de Butterworth & Cicchetti (1978), Rast & Harris (1985), Shumway-Cook & Woollacott (1985) i Vuillerme et al. (2001), no van tenir diferències significatives en el balanceig amb la condició visual d'UT.

5.2.2. Influència de la condició visual en cada grup

En la **preintervenció les persones amb la SD** no mostren cap diferència amb els UO i amb els UT. En el GC trobem significança en el paràmetre ROM AP ($p=.04$), ja que mostren més amplitud de moviment amb els UT. En relació amb les freqüències no vam trobar diferències.

En la **postintervenció les persones amb la SD** amb els UT van mostrar diferències significatives en el ROM AP ($p=.05$) i el màxim desplaçament ($p=.03$), pel fet que amb els UT es desplacen més. I el GC no varia, ja que no hi ha diferències.

En la preintervenció les persones amb la SD es van mostrar igual amb els UO i els UT, però en la postintervenció amb els UT es van mostrar diferents, ja que van oscil·lar més en el ROM AP i l'àrea d'oscil·lació. En el GC abans de la intervenció amb els UT es van descontrolar més, i en la postintervenció amb els UT sembla que hagin après a controlar l'equilibri millor. Sembla que la integració visual en les persones amb la SD és millor després de la intervenció, ja que abans semblava que els era indiferent tenir els UO o els UT perquè no hi havia diferència en el comportament del seu COP.

En la comparació dels nostres resultats i els resultats d'altres estudis sobre diferències en el control de l'equilibri en bipedestació estàtica amb condició visual d'UO i UT en les poblacions mostrejades, les persones amb la SD presenten un control de l'equilibri més pobre que la població general en els paràmetres del COP. Aquest fet podria estar condicionat per les pròpies característiques de les persones amb la SD, les quals presenten alteracions a l'aparell otorrinolaringològic (Flórez & Ruiz, 2006; Gagey & Weber, 2001; Pueschel, 2002). Uyanik et al. (2003) van trobar diferències estadísticament significatives ($p < .05$) en l'equilibri amb els UO en bipedestació estàtica en les persones amb la SD. Els seus resultats mostraven que la intervenció basada amb integració sensorial, estimulació vestibular i teràpia del desenvolupament neurològic és efectiva. Altres autors consideren que la disfunció en l'equilibri pot ser a causa de la incapacitat d'integrar informació correcta dels centres superiors del SNC i del sistema propioceptiu, ja que aquests sistemes poden presentar deficiències (Cabeza-Ruiz et al., 2011; Iversen, Kale, & Sullivan, 2009; Raymakers, Samson, & Verhaar, 2005).

Els resultats de Vuillerme et al. (2001) en relació amb l'avaluació de la pertorbació postural del COP i de la integració visual i somatosensorial van revelar estratègies similars en els grups d'estudi, població general i població amb la SD, tot i que puguin existir diferències quantitatives en la capacitat d'integrar les entrades sensorials per controlar la postura. De fet, el grup amb la SD va mostrar un augment de les oscil·lacions posturals enregistrades que podrien estar relacionades amb l'assignació insuficient dels recursos cognitius en ambients estables, ja que el control postural implica la interacció dinàmica dels components sensorials i motors. En particular, requereix de la informació sensorial per avaluar la posició i el moviment del cos en l'espai i la capacitat de generar força per controlar la posició del cos. Aquestes entrades són les somatosensorials (propiocepció, cutània i de les articulacions), les visuals i els senyals vestibulars. Aquests resultats són consistents amb els de Latash & Anson (1996), en què l'organització de les estratègies per al control postural és similar amb les persones amb la SD i sense.

5.2.3. Comparació preintervenció i postintervenció en cada grup

Entre la **preintervenció i la postintervenció**, el GC amb els UO no manifesta canvis, el comportament del COP és igual, mentre que amb els UT el paràmetre de l'àrea d'oscil·lació és significativament més baix i es desplacen menys en la postintervenció ($p=.04$). Per tant amb els UO no ha variat però amb els UT sí. En les freqüències el GC no ha tingut diferències.

En la **preintervenció i la postintervenció**, les persones amb la SD no han mostrat diferències amb els UO i els UT, però sembla que amb els UO tendeixin a disminuir en la postintervenció i amb els UT a augmentar. En les freqüències les persones amb la SD no hi han mostrat diferències.

Podríem destacar que en la comparació de la preintervenció les persones amb la SD i el GC mostren un comportament diferent que després de la intervenció. Interpretem que hi ha una tendència en la qual l'entrenament amb els UT no s'ha mostrat útil en les persones amb la SD, en canvi sí que ho ha sigut amb els UO, si ens fixem en els resultats de la comparació entre grups postentrenament. Aquesta troballa fa pensar que el grup amb la SD ha aprofitat l'entrenament de la utilització de la vista com a entrada d'informació sensorial. En canvi, interpretem que amb els UT ha sigut el GC el que ha pogut integrar millor altres estímuls, com els propioceptius i l'oïda, entre d'altres.

Estudis amb nens de fins als 10 anys, com els de Mahy, Shields, Taylor, & Dodd (2011) i Mosso et al. (2011), valoren l'abans i el després d'aplicar una intervenció d'AF basada en el treball de capacitat aeròbica i resistència a l'esforç muscular. Els factors que faciliten o dificulten l'AF podrien ser l'obesitat, entre d'altres, però la importància que té fomentar aquesta AF és cabdal, ja que les poblacions amb la SD se'ls classifica com a sedentaris. També d'altres autors es refereixen a l'AF en relació amb l'envelliment i la importància d'aplicar una teràpia física per tal de prevenir els canvis en l'estructura i funció dels sistemes muscular, esquelètic, cardiovascular i en la prevenció de l'obesitat (Barnhart & Connolly, 2007).

Però el nostre programa se centra específicament en elements bàsics de la dansa moderna i contemporània, per ajudar a millorar el control postural i l'equilibri en persones

amb la SD, no tant en aspectes del metabolisme aerobi o força, entre d'altres. Tot i la popularitat i les noves tendències d'entrenament HIIT, el nostre programa d'AF es basa en la dansa on s'ha treballat amb intensitats lleus i moderades. Els nostres resultats són similars als que s'han trobat en altres estudis els quals conclouen que en dissenyar programes basats en la dansa per a persones amb la SD, tots els mètodes de tractament han de ser aplicats amb combinació i han de donar suport mútuament a les necessitats individuals i de grup en les persones estudiades amb la SD. Altres autors han aplicat programes basats en la dansa adaptada o inclusiva, incorporant elements de la dansa dins d'un programa d'AF. Els seus resultats suggereixen una millora de les habilitats motores i psicomotricitat fina i gruixuda. No obstant això, cap d'ells ha fet una avaluació des del vessant del comportament del COP, sinó més aviat des del punt de vista sociològic i/o de la utilització de testos d'habilitats i mesures qualitatives (Moraru et al., 2014; Reinders et al., 2015; Ringenbach et al., 2012).

Altres tipus d'intervencions en persones amb la SD se centren en la potenciació d'alguna qualitat específica més que un treball global. És amb exercicis potenciadors d'equilibri, de força i de percepció sensorial, però cap d'ells utilitza la dansa dins del seu programa, malgrat que es van detectar millores en aquests aspectes i l'eficàcia d'aquests programes (Carmeli, Kessel, Coleman, & Ayalon, 2002; Lewis & Fragala-Pinkham, 2005; Tsimaras & Fotiadou, 2004; Uyanik et al., 2003; Wang & Chang, 1997). L'objectiu de l'estudi de Gupta, Rao, & Kumaran (2011) era avaluar l'efecte de l'AF basada en l'entrenament de la força i l'equilibri però va afegir l'avaluació amb els UT. Els seus resultats després de l'entrenament mostren una millora en la força dels grups musculars potenciats de l'extremitat inferior. Respecte a l'equilibri, aquest millora significativament amb l'aplicació del programa d'entrenament basat en exercicis específics. Se centra en el salt vertical i horitzontal, i analitza el comportament de l'equilibri durant la bipedestació estàtica. Els seus resultats van evidenciar que les persones amb la SD amb els UT no van mostrar canvis ni van millorar, coincidint amb el nostre estudi. Un component a tenir en compte és que cap dels exercicis d'entrenament de l'equilibri incloïa activitats amb els ulls tancats i aquesta podria ser la raó per la qual no hi va haver diferències en aquesta variable.

Altres estudis també dissenyen i apliquen programes d'AF en persones amb la SD i avaluen la condició física i les respostes cardiovasculars basades en la força muscular, l'equilibri, l'agilitat, la pràctica d'exercicis anaeròbics, aplicant diferents nivells d'intensitat per millorar la condició física i la salut psicosocial i també per valorar els seus beneficis (Andriolo, El Dib, Ramos, Atallah, & da Silva, 2010; Gómez del Valle, 2002; Matute-Llorente, González-Agüero, Gómez-Cabello, Vicente-Rodríguez, & Casajús, 2013; Mendonca, Pereira, & Fernhall, 2010; Oviedo, Guerra-Balic, Baynard, & Javierre, 2014; Pitetti, Baynard, & Agiovlasitis, 2013; Shields & Dodd, 2004). Els resultats suggereixen millores en la condició física, excepte en el cas de la resposta aeròbica, ja que no sempre apareix un augment del consum d'oxigen (Pitetti, Rimmer, & Fernhall, 1993). Els programes inclouen entrenaments de l'equilibri amb cinta de caminar i de córrer, bicicleta, rem, i programes combinats amb cinta i jocs. Els resultats deixen palès que l'exercici físic és segur i recomanable per a les persones amb la SD (Li, Chen, Meng How, & Zhang, 2013).

5.3. Limitacions

La mostra no és triada a l'atzar, sinó que és una mostra de conveniència. L'augment de la grandària mostral hauria donat més consistència al tractament estadístic. La mostra hauria pogut ser més gran en cas d'haver inclòs participants que segueixen el programa del curs del taller ocupacional. Però aquestes persones no tenen inclòs el programa d'AF en el marc curricular i és difícil coordinar amb aquest col·lectiu el programa fora de l'horari del taller.

Tot i que els criteris d'exclusió en el cas de les persones amb la SD eliminaven factors de biaix o desviacions importants, cal considerar que les persones amb la SD constitueixen una població amb pluripatologies. Això fa que tinguin unes característiques heterogènies com són les neurològiques, les anatòmiques, les sensorials i les cognitives de la població amb la SD, les quals podrien condicionar certs aspectes de l'estudi.

Un cop finalitzat l'estudi es va intentar fer el seguiment de la mostra a llarg termini i no es va poder perquè passaven al taller ocupacional i es repartien per diferents institucions. S'hauria pogut determinar els efectes del programa en un temps més llarg.

En aquest estudi només ens hem limitat a fer els anàlisis en posició de bipedestació sense considerar l'equilibri monopodal ni si existeix un costat dominant dels participants.

No s'ha pogut controlar si els participants practicaven o no alguna altre activitat física paral·lela al programa de dansa. En cas que així fos, tampoc hem pogut determinar quin tipus d'activitat.

CAPÍTOL

6

CONCLUSIONS

6. CONCLUSIONS

6.1. Conclusions generals

En relació amb l'objectiu principal, “valorar el contacte plantar i l'equilibri en situacions de bipedestació estàtica en adults joves amb la SD, abans i després d'aplicar un programa d'AF de 18 setmanes de durada basat en la dansa”, podem assenyalar que:

- El contacte plantar i l'equilibri s'han valorat en la preintervenció i la postintervenció.

En relació amb els objectius secundaris, el primer, “validar i fiabilitzar un instrument de mesura per a l'empremta plantar en població general i amb persones amb la SD, a partir de l'estàndard d'or pels índexs podològics”, podem assenyalar que:

- En població general l'instrument de mesura proposat mitjançant el programa de Photoshop CS5 com a mètode aplicant l'estàndard d'or dels índexs podològics, va proporcionar una alta fiabilitat (ICC, 0.98-0.99) i va demostrar ser vàlid (ICC, 0.99-1).
- En població amb la SD el programa Photoshop CS5 aplicant l'estàndard d'or dels índexs podològics va ser altament fiable (ICC, 0.98-0.99) i vàlid (ICC, 0.98-0.99).
- El programari Photoshop CS5 es pot utilitzar indistintament, així com el mètode manual, per obtenir les mesures dels índexs podomètrics.
- És un nou mètode ràpid, àgil, econòmic i pràctic per avaluar i mesurar l'empremta plantar.

Del segon objectiu secundari, “descriure i classificar el tipus d'empremta plantar en la població d'estudi”, podem assenyalar que:

- La població general mostren uns percentatges elevats d'un tipus de peu buit amb un arc plantar augmentat.
- La població amb la SD presenta un tipus de peu pla i en pronació.
- La població amb la SD mostra peus diferents intrasubjecte.

El tercer objectiu secundari, “dissenyar el programa d’AF específic basat en exercicis de dansa”, podem assenyalar que:

- S’ha dissenyat un programa d’AF basat en exercicis específics de dansa que permet treballar i potenciar el desenvolupament motor i cognitiu mitjançant l’expressivitat corporal.

El quart objectiu secundari, “aplicar el programa d’AF com a intervenció als joves amb i sense la SD”, podem assenyalar que:

- S’ha pogut aplicar el programa dissenyat d’AF basat en exercicis específics de dansa.

El cinquè objectiu secundari, “comparar l’empremta plantar en la població d’estudi abans i després d’aplicar el programa d’AF basat en la dansa”, podem assenyalar que:

- S’han comparat les empremtes plantars i no han mostrat cap canvi en relació amb la classificació del tipus de peu després de la intervenció d’AF.

El sisè objectiu secundari, “descripció del comportament dels paràmetres cinètics del COP, àrea d’oscil·lació, desplaçaments en sentit AP, ML i màxim desplaçament, i les freqüències AP i ML comparant les dues poblacions d’estudi”, podem assenyalar que:

- S’han descrit els comportaments dels paràmetres en les poblacions d’estudi.
- S’han comparat tots els paràmetres referents a les amplituds i les freqüències d’oscil·lació. Quan es mesura amb els UO, el COP es mostra més àrea d’oscil·lació i més amplitud de moviment AP i ML en el grup amb la SD. La freqüència d’oscil·lació és més alta en el GC però només en direcció AP i l’àrea d’oscil·lació.
- S’han comparat també amb els UT i les diferències entre els grups són menors. Les persones amb la SD es desplacen més que el GC, només en l’amplitud ML i l’àrea d’oscil·lació.
- Les diferències entre grups han sigut més marcades quan es mesuren amb els UO.
- En mesurar les diferències entre els grups després de l’entrenament, aquestes han sigut menors en condicions d’UO. Només difereixen quant a l’amplitud de

desplaçament en direcció ML i en l'àrea d'oscil·lació total que continuen essent més altes en el grup amb la SD.

- En mesurar les diferències entre els grups després de l'entrenament amb els UT, aquestes són altes i és major l'amplitud de desplaçament en el grup amb la SD en totes les direccions.
- Després de l'entrenament, les diferències entre els dos grups s'han accentuat amb els UT i en canvi han disminuït amb els UO.

El setè objectiu secundari, “comparar els paràmetres cinètics del COP segons la condició visual d'UO i UT”, podem assenyalar que:

- S'han comparat els paràmetres del COP segons la condició visual.
- Abans de l'entrenament, el GC oscil·la més en direcció AP quan es mesura amb els UT respecte als UO. Però no ha mostrat diferències en la resta de direccions i paràmetres mesurats.
- El grup amb la SD no ha mostrat cap diferència amb els UO i els UT.
- Després de l'entrenament en el GC desapareixen les diferències, entre els UO i els UT, i és igual el comportament del seu COP amb els UO respecte amb els UT.
- En el grup amb la SD, en canvi, apareixen diferències i és major el seu desplaçament AP i màxim desplaçament amb els UT respecte als UO.

El vuitè objectiu secundari, “comparar els paràmetres cinètics del COP abans i després d'aplicar el programa d'AF basat en la dansa”, podem assenyalar que:

- S'han comparat els paràmetres cinètics del COP abans i després d'aplicar la intervenció per a cada grup i en cada condició visual separatament.
- No s'han mostrat diferències excepte en el GC, on l'àrea d'oscil·lació total amb els UT va disminuir després de l'entrenament ($p=.04$).

6.2. Línies de futur

Augmentar la mostra de manera homogènia perquè no hi hagi diferències morfològiques, psicològiques, ni patològiques que puguin condicionar l'estudi.

Aplicar el protocol d'anàlisi de l'empremta mitjançant Photoshop CS5 a d'altres DI de diferent etiologia i condicions, així com a d'altres poblacions especials.

Elaborar nous programes utilitzant diferents situacions que requereixin una major participació dels sistemes involucrats en l'equilibri de forma independent, per establir millor els efectes específics d'aquests sistemes.

Desenvolupar programes d'AF basats en la dansa en diferents grups d'edats des de la infantesa fins a l'edat adulta.

Fer un seguiment a llarg termini per esbrinar què passa després d'acabar la intervenció.

Estudiar l'equilibri monopodal i determinar les característiques en cas d'haver un o altre costat dominant.

Considerar si els participants en l'estudi practiquen o no alguna altra activitat per així considerar-ho com a criteri d'exclusió en altres estudis.

CAPÍTOL

7

RESUM

7. RESUM

7.1. Resum (versió en català)

TÍTOL: Anàlisi del contacte plantar i l'equilibri en bipedestació estàtica en joves amb la Síndrome de Down sotmesos a un programa d'activitat física basat en la dansa.

RESUM: Les persones amb la síndrome de Down (SD) presenten alteracions musculars i esquelètiques del peu, així com una hipotonia muscular general i una lentitud en els moviments. Sovint tenen variacions funcionals i de l'equilibri.

Objectius: L'objectiu principal d'aquest projecte va ser valorar el contacte plantar i l'equilibri en situacions de bipedestació estàtica en adults joves amb la SD, abans i després d'aplicar un programa de dansa de 18 setmanes. Els objectius secundaris van consistir en: a) validar i fiabilitzar un instrument per avaluar l'empremta plantar en la població general i en persones amb la SD; b) descriure i classificar el tipus d'empremta plantar en la població amb la SD i comparar amb el grup control (GC); c) dissenyar un programa d'activitat física (AF) basat en exercicis de dansa; d) aplicar el programa en els dos grups d'estudi i comparar l'empremta plantar; e) avaluar els paràmetres relatius al centre de pressió (*center of pressure*, COP), l'àrea d'oscil·lació, l'amplitud de moviment (*range of movement*, ROM) en sentit anterior-posterior (AP), medial-lateral (ML) i màxim desplaçament, i les freqüències AP i ML, comparant els dos grups; f) comparar els paràmetres de manteniment de la postura estàtica amb els ulls oberts (UO) i els ulls tancats (UT) a cada grup; g) comparar els paràmetres cinètics del COP abans i després d'aplicar el programa a cada grup; h) comparar tots els paràmetres (entre els UO i els UT; entre el preentrenament i el postentrenament) entre els dos grups d'estudi.

Hipòtesi: L'aplicació d'un programa d'AF basat en exercicis de dansa durant 18 setmanes aporta millores en l'equilibri i el control de la postura en els adults joves amb la SD.

Metodologia: Es van enregistrar les empremtes en bipedestació estàtica mitjançant un podoscopi òptic simple (llum directe, cromat 220 V, 60x45x33 cm). Es va utilitzar el programari Photoshop CS5 (Adobe Systems Inc, San Jose, Califòrnia). Després d'un procés

de validació, van ser avaluades i classificades a partir dels índexs podomètrics. El programa de dansa va ser inclòs en el pla d'estudis de l'AF per a tots dos grups. Els registres de l'equilibri i els paràmetres del COP van realitzar-se en una plataforma de forces (AMTI-USA model SGA6-4, número 3711) durant 30 segons en bipedestació estàtica amb els UO i els UT abans i després del programa de dansa.

Resultats: Van ser analitzades 86 petjades de 43 participants, 22 persones amb la SD (discapacitat intel·lectual (DI) lleu i moderada, edat 24.31 [4.97] anys), i 21 GC (sense DI, edat 20.24 [1.92] anys). Per a l'avaluació dels paràmetres del COP i de l'equilibri amb els UO i els UT es van avaluar 11 individus amb la SD i 11 del GC abans i després del programa de dansa. L'anàlisi de l'empremta plantar amb el Photoshop CS5 es va mostrar fiable i vàlida per a les persones amb la SD i sense. Les persones amb la SD van presentar un tipus de peu pla i/o pronador i el GC un peu cau. En la comparació intragrup preentrenament i postentrenament no hi va haver diferències. Els resultats de l'equilibri van mostrar: a) amb els UO, els individus amb la SD oscil·len més que el GC sobretot quant als paràmetres d'amplitud i no tant en els de freqüències d'oscil·lació; b) després de l'entrenament s'observen menys diferències entre els dos grups i persisteixen només quant al ROM ML i l'àrea d'oscil·lació; c) amb els UT les diferències entre grups són només en l'amplitud AP i l'àrea d'oscil·lació, però després de l'entrenament s'accentuen aquestes diferències; d) en la comparació intragrup s'ha observat que el GC oscil·la més amb els UT en direcció AP, però aquesta diferència desapareix després de l'entrenament; e) en el grup amb la SD la condició visual no fa variar cap paràmetre abans de l'entrenament, però després de l'entrenament l'oscil·lació AP és menor amb els UO que amb els UT; f) en mesurar els canvis preentrenament i postentrenament en cada grup, només ha destacat una àrea d'oscil·lació més petita amb els UT en el GC.

Conclusions: Els adults joves amb la SD mostren un contacte plantar i un control postural diferents. Els nostres resultats suggereixen que un programa d'AF basat en la dansa pot millorar alguns aspectes de l'equilibri estàtic, sobretot en l'aspecte d'aprofitament de la informació visual.

PARAULES CLAU: síndrome de Down, contacte plantar, equilibri, dansa

7.2. Resumen (versión en español)

TÍTULO: Análisis del contacto plantar y del equilibrio en bipedestación estática en jóvenes con Síndrome de Down sometidos a un programa de actividad física basado en la danza

RESUMEN: Las personas con Síndrome de Down (SD) presentan alteraciones musculares y esqueléticas del pie, así como una hipotonía muscular general y una lentitud en los movimientos. Frecuentemente presentan variaciones funcionales y del equilibrio.

Objetivos: El objetivo principal de este proyecto fue valorar el contacto plantar y el equilibrio en situaciones de bipedestación estática en adultos jóvenes con SD, antes y después de aplicar un programa de danza de 18 semanas. Los objetivos secundarios consistieron en: a) validar y fiabilizar un instrumento para evaluar la huella plantar en población general y en personas con SD; b) describir y clasificar el tipo de huella plantar en la población con SD y compararlo con el grupo control (GC); c) diseñar un programa específico de actividad física (AF) basado en ejercicios de danza; d) aplicar el programa en los dos grupos de estudio y comparar la huella plantar; e) evaluar parámetros relativos al centro de presión (*center of pressure*, COP), área de oscilación, amplitud de movimiento (*range of movement*, ROM) en sentido anterior-posterior (AP), medial-lateral (ML) y máximo desplazamiento, y las frecuencias AP y ML, comparando los dos grupos; f) comparar los parámetros de mantenimiento de la postura estática con los ojos abiertos (OA) y los ojos cerrados (OC); g) comparar los parámetros cinéticos del COP antes y después de aplicar el programa a cada grupo; h) comparar todos los parámetros (entre los OA y los OC; entre el preentrenamiento y el postentrenamiento) entre los dos grupos de estudio.

Hipótesis: La aplicación de un programa de AF basado en ejercicios de danza durante 18 semanas aporta mejoras en el equilibrio y el control de la postura en los adultos jóvenes con SD.

Metodología: Se registraron las huellas en bipedestación estática mediante un podoscopio óptico simple (luz directa, cromado 220 V, 60x45x33 cm). Se utilizó el programa Photoshop CS5 (Adobe Systems Inc, San Jose, California). Después de un proceso de

validación, fueron evaluadas y clasificadas a partir de los índices podométricos. El programa de danza fue incluido en el plan de estudios de AF para los dos grupos. Los registros del equilibrio y los parámetros del COP se realizaron en una plataforma de fuerzas (AMTI-USA modelo SGA6-4, número 3711) durante 30 segundos en bipedestación estática con los OA y los OC antes y después del programa de danza.

Resultados: Fueron analizadas 86 huellas de 43 participants, 22 personas con SD (discapacidad intelectual (DI) leve y moderada, edad 24.31 [4.97] años), y 21 GC (sin DI, edad 20.24 [1.92] años). Para la evaluación de los parámetros del COP y del equilibrio con OA y OC se evaluaron 11 individuos con SD i 11 GC antes y después del programa de danza. El análisis de la huella plantar con el Photoshop CS5 se mostró fiable y válido en las personas con y sin SD. Las personas con SD presentaron un tipo de pie plano y/o pronador y el GC un pie cavo. En la comparación intragrupo pre y postentrenamiento no hubieron diferencias. Los resultados del equilibrio mostraron: a) con los OA, los individuos con SD oscilan más que el GC sobretodo en cuanto a los parámetros de amplitud y no tanto en las frecuencias de oscilación; b) después del entrenamiento se observan menos diferencias entre los dos grupos, persistiendo solo el ROM ML y el área de oscilación; c) con los OC las diferencias entre grupos son sólo en la amplitud AP y área de oscilación, pero después del entrenamiento se acentúan estas diferencias; d) en la comparación intragrupo se ha observado que el GC oscila más con los OC en dirección AP, pero esta diferencia desaparece después del entrenamiento; e) en el grupo con SD la condición visual no hace variar ningún parámetro antes del entrenamiento, pero después del entrenamiento la oscilación AP es menor con los OA que con los OC; f) al medir los cambios preentrenamiento y postentrenamiento en cada grupo, sólo se ha observado un área de oscilación más pequeña con los OC en el GC.

Conclusiones: Los adultos jóvenes con SD muestran un contacto plantar y un control postural diferentes. Nuestros resultados sugieren que un programa de AF basado en danza puede mejorar algunos aspectos del equilibrio estático, sobretodo en el aspecto de aprovechamiento de la información visual.

PALABRAS CLAVE: síndrome de Down, contacto plantar, equilibrio, danza

7.3. Abstract (english version)

TITLE: Contact plant analysis and static standing balance in youth with Down syndrome after a physical activity program based on dance

SUMMARY: Individuals with Down syndrome (DS) have musculoskeletal alterations of the foot structure and general hypotonia and slowness of movement. They often present difficulties in muscle function and balance.

Objective: The main objective of this project was to evaluate plantar contact and balance during static standing in young adults with DS before and after an 18-week dance program. Other objectives were: a) to test the reliability and validity of an instrument for evaluating the footprint in general populations and in people with DS; b) to evaluate and classify footprints in people with DS and to compare them with a control group (CG); c) to design a specific physical activity (PA) program based on dance exercises; d) to implement the program with both study groups and compare their foot plant; e) to assess parameters relative to center of pressure (COP), sway area, range of motion (ROM) in anterior-posterior (AP) and medial-lateral direction (ML), maximum displacement and the AP and ML frequencies in both groups; f) in each group, to compare the parameters when maintaining static stance with opened eyes (OE) and closed eyes (CE); g) in each group, to compare the kinetic parameters before and after training; h) to compare all parameters (baseline, EO vs EC, and pre-posttraining) between the two study groups.

Hypothesis: The implementation of an 18-week PA program based on dance improves balance and postural control in young adults with DS.

Method: Static bipedal footprints were recorded using a simple optical chromed podoscope (direct light, 220 V, 60x45x33 cm). They were evaluated and classified through podometric indexes, using Photoshop CS5 program (Adobe Systems Inc, San Jose, California), after a validation process. The dance program was included as part of the regular PA curriculum for both groups. For the assessment of the 30-second balance test and the COP

parameters (OE and CE) before and after the dance program, a force platform (AMTI-USA model SGA6-4, number 3711) was used.

Results: 86 footprints were analyzed from 43 participants, 22 individuals with DS with low to moderate intellectual disability (ID) (mean age 24.31 [4.97] years) and 21 CG participants without ID (mean age 20.24 [1.92] years). Balance and COP parameters were evaluated (OE and CE) in 11 individuals with DS and 11 CG before and after the dance program. The footprint analysis using the Photoshop CS5 was reliable and valid for people with and without DS. Participants with DS had a flat and/or pronated foot and CG participants presented *pes cavus*. When comparing intragroup pre and post-training foot plant, no differences were found. Balance results showed: a) DS participants swayed significantly more in ROM parameters than in frequencies of sway than the CG with OE; b) after the dance training, differences appear only in ML ROM and postural sway, but not significantly; c) with CE the groups differed only in AP range and area of sway, but these differences increased after the dance training; d) in the intragroup comparison, it was observed that the CG with CE swayed more in the AP direction; this difference disappeared after the program; e) in the group with DS, visual condition did not affect any parameter before the dance training; but after the program, AP sway was less when OE; f) in the pre- and post-training intragroup comparison, the only significant change observed was a smaller area of sway with CE in the CG.

Conclusions: The group of young adults with DS and the CG showed different plantar contact and postural control. Our results suggest that a program of PA based on dance training improves certain balance parameters, particularly considering the use of visual information, in both study groups.

KEYWORDS: Down syndrome, foot plant, balance, dance

REFERÈNCIES
BIBLIOGRÀFIQUES

8. REFERÈNCIES BIBLIOGRÀFIQUES

- Agudo, F. (2007). Estudio del equilibrio en una población con síndrome de Down en la región de Murcia. *Alto rendimiento*.
- Alarcón, A., & Salcedo, C. (2012). Trastornos ortopédicos en niños con síndrome de Down. *Revista española de pediatría: clínica e investigación*, 68(6), 424-428.
- Alcañiz, L. (2007). Bailar por bailar. *Revista Síndrome de Down: Revista española de investigación e información sobre el Síndrome de Down*, (93), 80-83.
- Almeida, G. L., Corcos, D. M., & Hasan, Z. (2000). Horizontal-plane arm movements with direction reversals performed by normal individuals and individuals with down syndrome. *Journal of neurophysiology*, 84(4), 1949-1960.
- Almeida, G. L., Corcos, D. M., & Latash, M. L. (1994). Practice and transfer effects during fast single-joint elbow movements in individuals with Down syndrome. *Physical Therapy*, 74(11), 1000.
- American College of Sports Medicine. (2014). High-Intensity Interval Training. Recuperat de <https://www.acsm.org/docs/brochures/high-intensity-interval-training.pdf>
- American Psychiatric Association. (2014a). *DSM-5. Guía de Consulta de los Criterios Diagnósticos del DSM-5* (5a ed.). Madrid: Editorial Médica Panamericana.
- American Psychiatric Association. (2014b). *DSM-5. Manual Diagnóstico y Estadístico de los Trastornos Mentales* (5a ed.). Madrid: Editorial Médica Panamericana.
- Andriolo, R. B., El Dib, R. P., Ramos, L., Atallah, A. N., & da Silva, E. M. (2010). Aerobic exercise training programmes for improving physical and psychosocial health in adults with Down syndrome. En *Cochrane Database of Systematic Reviews*. Chichester, UK: John Wiley & Sons, Ltd. doi:10.1002/14651858.CD005176.pub4
- Angulo-Barroso, R., Burghardt, A. R., Lloyd, M., & Ulrich, D. A. (2008). Physical activity in infants with Down syndrome receiving a treadmill intervention. *Infant Behavior & Development*, 31(2), 255-269. doi:10.1016/j.infbeh.2007.10.003
- Aruin, A. S., & Almeida, G. L. (1997). A coactivation strategy in anticipatory postural adjustments in persons with Down syndrome. *Motor control*, 1(2), 178.

- Aruin, A. S., Almeida, G. L., & Latash, M. L. (1996). Organization of a simple two-joint synergy in individuals with Down syndrome. *American journal of mental retardation : AJMR*, 101(3), 256-268.
- Aydog, S. T., Demirel, H. A., Tetik, O., Aydog, E., Hascelik, Z., & Doral, M. N. (2004). The sole arch indices of adolescent basketball players. *Saudi medical journal*, 25(8), 1100-1102.
- Aydog, S. T., Tetik, O., Demirel, H. A., & Doral, M. N. (2005). Differences in sole arch indices in various sports. *British Journal of Sports Medicine*, 39(2), e5. doi:10.1136/bjism.2003.011478
- Bantulà, J., Busto, C., & Carranza, M. (1990). *11 Propostes per a l'educació física*. Barcelona: Graó.
- Barnhart, R. C., & Connolly, B. (2007). Aging and Down syndrome: implications for physical therapy. *Physical therapy*, 87(10), 1399-406. doi:10.2522/ptj.20060334
- Barona, R. (2003). Interés de la posturografía en el diagnóstico y tratamiento del vértigo y el desequilibrio en especialidades médico- quirúrgicas. *Revista de Biomecánica*, 11-14.
- Becker, E., & Dusing, S. (2010). Participation is possible: A case report of integration into a community performing arts program. *Physiotherapy theory and practice*, 26(4), 275-280. doi:10.3109/09593980903423137
- Bermejo-Sánchez, E., Cuevas, L., & Martínez-Frías, M. L. (2011). Informe anual del ECEMC sobre vigilancia epidemiológica de anomalías congénitas en España: Datos del período 1980-2010. *BOLETÍN del ECEMC · Revista de Dismorfología y Epidemiología*, 6(1), 84-121.
- Berzosa, G. (2013). Las personas con síndrome de Down y sus familias ante el proceso de envejecimiento. Real Patronato sobre Discapacidad.
- Bofill, A. (2008). *Valoración de la condición física en la discapacidad intelectual*. Universidad de Barcelona.
- Burns, Y., & Gunn, P. (1995). *El síndrome de Down : estimulación y actividad motora. Colección resortes* (Vol. 4). Barcelona: Herder.
- Butterworth, G., & Cicchetti, D. (1978). Visual calibration of posture in normal and motor retarded Down's syndrome infants. *Perception*, 7(5), 513-525. doi:10.1068/p070513

- Buzunáriz, N., & Martínez, M. (2008). El desarrollo psicomotor en los niños con síndrome de Down y la intervención de fisioterapia desde la atención temprana. *Revista Médica Internacional sobre el Síndrome de Down*, 12(2), 28-32. doi:10.1016/S1138-2074(08)70022-8
- Buzzi, U. H., & Ulrich, B. D. (2004). Dynamic stability of gait cycles as a function of speed and system constraints. *Motor control*, 8(3), 241-254.
- Caballero, J. A., Moreno, A., Ortiz, M. V., & Marín, C. (2011). Análisis postural: prevención desde la fisioterapia. *Revista Médica Internacional sobre el Síndrome de Down*, 15(3), 41-44. doi:10.1016/S1138-2074(11)70014-8
- Cabañas Armesilla, M. D., & Esparza Ros, F. (2009). *Compendio de cineantropometría*. Madrid: CTO Editorial.
- Cabeza-Ruiz, R., García-Massó, X., Centeno-Prada, R., Beas-Jiménez, J. D., Colado, J. C., & González, L. M. (2011). Time and frequency analysis of the static balance in young adults with Down syndrome. *Gait & posture*, 33(1), 23-28. doi:10.1016/j.gaitpost.2010.09.014
- Caird, M. S., Wills, B. P., & Dormans, J. P. (2006). Down syndrome in children: the role of the orthopaedic surgeon. *The Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*, 14(11), 610-619.
- Calais-Germain, B., & Lamotte, A. (2009). *Anatomía para el movimiento: bases de ejercicios. Biblioteca de cuerpo y consciencia* (Vol. 2). Barcelona: La liebre de marzo.
- Calvo, J. B. (2001). *Apuntes para una anatomía aplicada a la danza* (Vol. 2). Madrid: Sanart : Librerías Deportivas Esteban Sanz.
- Canales, I. (2010). *La desinhibición en la expresión corporal: una propuesta didáctica*. Sevilla: Wanceulen Editorial Deportiva, S.L.
- Canalias, N. (2013). *Danza inclusiva*. Barcelona: UOC.
- Carmeli, E., Kessel, S., Coleman, R., & Ayalon, M. (2002). Effects of a treadmill walking program on muscle strength and balance in elderly people with Down syndrome. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 57(2), M106-M110. doi:10.1093/gerona/57.2.M106

- Caselli, M. A., Cohen-Sobel, E., Thompson, J., Adler, J., & Gonzalez, L. (1991). Biomechanical management of children and adolescents with Down syndrome. *Journal of the American Podiatric Medical Association*, 81(3), 119-27. doi:10.7547/87507315-81-3-119
- Chow, C. C., & Collins, J. J. (1995). Pinned polymer model of posture control. *Physical Review E*, 52(1), 907-912. doi:10.1103/PhysRevE.52.907
- Chu, D. A. (1999). *Ejercicios pliométricos*. Barcelona: Paidotribo.
- Cobb, S. C., James, C. R., Hjertstedt, M., & Kruk, J. (2011). A digital photographic measurement method for quantifying foot posture: validity, reliability and descriptive data. *Journal of Athletic Training*, 46(1), 20-30. doi:10.4085/1062-6050-46.1.20
- Comín, M., Villarroya, M. A., Pérez, J. M., Nerín, S., & Marco, M. C. (1999). Análisis de las presiones plantares : técnicas y aplicaciones. *Medicina de Rehabilitación*, 12(3), 22-30.
- Compañía Elias Lafuente. (s.d.). Danzadown. Recuperat de <http://www.danzadown.es>
- Concolino, D., Pasquzzi, A., Capalbo, G., Sinopoli, S., & Strisciuglio, P. (2006). Early detection of podiatric anomalies in children with Down syndrome. *Acta Paediatrica*, 95(1), 17-20. doi:10.1111/j.1651-2227.2006.tb02174.x
- Connolly, B., Morgan, S. B., Russell, F. F., & Fulliton, W. L. (1993). A longitudinal study of children with Down syndrome who experienced early intervention programming. *Physical Therapy*, 73(3), 170-179.
- Contreras, C. (2010). El Síndrome de Down: propuesta de trabajo desde la Educación Física. *EF deportes.com*, 144.
- Corcos, D. M. (1991). Strategies underlying the control of disordered movement. *Physical Therapy*, 71(1), 25-38.
- Coughlin, M. J., & Kaz, A. (2009). Correlation of Harris Mats, Physical Exam, Pictures, and Radiographic Measurements in Adult Flatfoot Deformity. *Foot & Ankle International*, 30(07), 604-612. doi:10.3113/FAI.2009.0604
- Dance 21. (s.d.). Dance 21. Recuperat de <http://www.dance21.co.uk/>
- Departament de Benestar Social i Família. Generalitat de Catalunya. (2015). Graus de la situació de discapacitat. Recuperat de http://benestar.gencat.cat/ca/ambits_

- tematics/persones_amb_discapacitat/que_es_i_com_es_reconeix_la_situacio_de_discapacitat/graus_discapacitat/
- Diamond, L. S., Lynne, D., & Sigman, B. (1981). Orthopedic disorders in patients with Down's syndrome. *The Orthopedic clinics of North America*, 12(1), 57-71.
- Doménech, J. M. (2000). Medida del cambio: Análisis de diseños con medidas intrasujeto. En *Fundamentos de diseño y estadística*. Barcelona: Signo.
- Domínguez, I., Gómez, E., Hartmann, W., Hernández, A., & Palacios, F. (s.d.). La danza. Guía didáctica. *Teatro Real. Proyecto pedagógico*. Recuperat de https://www.dansacat.org/arxiu/biblioteca/Guia_Diadactica_La_Danza_Teatro_Real.pdf
- Down Syndrome Association of Greater Cininnati. (s.d.). Down Syndrome Association of Greater Cininnati. Recuperat de <http://www.dsagc.com/programs>
- Dupont, B., & Schulmann, D. (1987). *Dance therapy with physical therapy for children with Down syndrome*. Washington D.C., USA: Eric.
- Durstine, J. L., Moore, G., Painter, P., & Roberts, S. (2009). *ACSM's Exercise Management for Persons with Chronic Diseases and Disabilities* (3a ed.). Champaign, USA: American College of Sports Medicine.
- Einsingbach, T., & Wessinghage, T. (2002). *Gimnasia correctiva postural. Medicina deportiva* (Vol. 3). Barcelona: Paidotribo.
- El, O., Akcali, O., Kosay, C., Kaner, B., Arslan, Y., Sagol, E., ... Peker, O. (2006). Flexible flatfoot and related factors in primary school children: a report of a screening study. *Rheumatology international*, 26(11), 1050-1053. doi:10.1007/s00296-006-0128-1
- España. (2000). *Real Decreto-ley 1971/1999, de 23 de diciembre, de procedimiento para el reconocimiento, declaración y calificación del grado de minusvalía*. Boletín Oficial del Estado, 26 de enero de 2000, núm. 22.
- Esquirol, J. E. D. (1818). Maisons d'aliénés. En *Dictionnaire des Sciences Médicales. Tome 30*. (p. 45-95). Paris: C.L.F. Panckoucke.
- Fascione, J. M., Crews, R. T., & Wrobel, J. S. (2012). Dynamic footprint measurement collection technique and intrarater reliability: ink mat, paper pedography, and

- electronic pedography. *Journal of the American Podiatric Medical Association*, 102(2), 130-138.
- Federación Española de Síndrome de Down. (2013). II Plan de Acción para Personas con síndrome de Down en España. Federación Española de Síndrome de Down.
- Ferdjallah, M., Harris, G. F., & Wertsch, J. J. (1999). Instantaneous postural stability characterization using time-frequency analysis. *Gait & posture*, 10(2), 129-134. doi:10.1016/S0966-6362(99)00023-5
- Fernhall, B., & Kohrt, W. (1990). The effect of training specificity on maximal and submaximal physiological responses to treadmill and cycle ergometry. *The Journal of sports medicine and physical fitness*, 30(3), 268-75. doi:10.1249/00005768-198504000-00208
- Flórez, J., & Ruiz, E. (2006). Síndrome de Down. En *Síndromes y apoyos. Panorámica desde la ciencia y desde las asociaciones* (1ª ed., p. 47-76). Madrid: FEAPS.
- Font, J. (2004). Retard mental. Definició, classificació i sistemes de suport.
- Franklin, E. (2006). *Danza: Acondicionamiento físico*. Barcelona: Paidotribo.
- Fundació Catalana Síndrome de Down. (s.d.). Fundació Catalana Síndrome de Down. Recuperat de www.fcsd.org
- Gage, W. H., Winter, D. A., Frank, J. S., & Adkin, A. L. (2004). Kinematic and kinetic validity of the inverted pendulum model in quiet standing. *Gait & posture*, 19(2), 124-132. doi:10.1016/S0966-6362(03)00037-7
- Gagey, P. M., & Weber, B. (2001). *Posturología. Regulación y alteraciones de la bipedestación*. Barcelona: Masson.
- Galli, M., Rigoldi, C., Brunner, R., Virji-Babul, N., & Giorgio, A. (2008). Joint stiffness and gait pattern evaluation in children with Down syndrome. *Gait & posture*, 28(3), 502-506. doi:10.1016/j.gaitpost.2008.03.001
- Galli, M., Rigoldi, C., Mainardi, L., Tenore, N., Onorati, P., & Albertini, G. (2008). Postural control in patients with Down syndrome. *Disability and rehabilitation*, 30(17), 1274-1278. doi:10.1080/09638280701610353

- García, E., Caudevilla, S., & Hidalgo, C. (2006). Análisis postural estático y dinámico del síndrome de Down según el concepto de Raymond Sohier. *Anales de ciencias de la salud*, 9, 42-60.
- Generalitat de Catalunya. (s.d.). Pla d'Activitat Física, Esport i Salut. Beneficis de l'activitat física. Recuperat de <http://pafes.cat/beneficis-de-lactivitat-fisica/>
- Gila, L., Villanueva, A., & Cabeza, R. (2009). Fisiopatología y técnicas de registro de los movimientos oculares. *Anales del Sistema Sanitario de Navarra*, 32(3), 9-26. doi:10.4321/S1137-66272009000600002
- Giné, C. (2006). L'Escala d'Intensitat de Suports (EIS): un instrument per promoure el benestar de les persones amb discapacitat intel·lectual. *Suports: revista catalana d'educació especial i atenció a la diversitat*, 10(2), 66-72.
- Giné, C., & Font, J. (2012). Infants i adolescents amb discapacitat a Catalunya: situació actual i factors de discriminació. *Docs Infància a Catalunya*.
- Girona, G., & Cuello, E. (2002). Alteraciones ortopédicas en el Síndrome de Down. *Rehabilitación*, 36(3), 143-148. doi:10.1016/S0048-7120(02)73260-X
- Gomes, M. M., & Barela, J. A. (2007). Postural control in Down syndrome: the use of somatosensory and visual information to attenuate body sway. *Motor control*, 11(3), 224-234.
- Gómez del Valle, M. (2002). Beneficios de la actividad física en personas con síndrome de Down. *Tavira: Revista de ciencias de la educación*, 18, 77-90.
- González-Agüero, A., Vicente-Rodríguez, G., & Casajús, J. A. (2011). Actividad física y discapacidad intelectual. En *Ejercicio físico y salud en poblaciones especiales* (p. 195-210). Madrid: Exernet.
- Gorgues, J. (2008). Podoscopio clásico. *OFFARM*, 27(8), 126-129.
- Guerra-Balic, M. (2000). *Síndrome de Down y respuesta al esfuerzo físico*. Facultad de Medicina de la Universidad de Barcelona.
- Guerrero, J. F., Gil, J. L., & Perán, S. (2006). *La educación y la actividad física en personas con síndrome de Down*. Málaga: Aljibe.

- Guillén, M. L. (1991). *Podología deportiva*. Aravaca: Editorial Interamericana McGraw Hill.
- Gupta, S., Rao, B. K., & Kumaran, S. (2011). Effect of strength and balance training in children with Down's syndrome: a randomized controlled trial. *Clinical rehabilitation*, 25(5), 425-432. doi:10.1177/0269215510382929
- Gutiérrez, M. (1998). *Biomecánica deportiva*. Madrid: Síntesis.
- Haley, S. M. (1986). Postural reactions in infants with Down syndrome. Relationship to motor milestone development and age. *Physical Therapy*, 66(1), 17-22.
- Haley, S. M. (1987). Sequence of development of postural reactions by infants with Down syndrome. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 29(5), 674-679. doi:10.1111/j.1469-8749.1987.tb08510.x
- Heartsong. (s.d.). Heartsong. Recuperat de <http://heartsong.org/index.php?page=what-is-music-therapy>
- Henderson, S., Morris, J., & Frith, U. (1981). The motor deficit in Down's syndrome children: a problem of timing? *Journal of child psychology and psychiatry, and allied disciplines*, 22(3), 233-245. doi:10.1111/j.1469-7610.1981.tb00549.x
- International Society for the Advancement of Kinanthropometry. (2001). International Standards for Anthropometric Assessment.
- Iversen, M. D., Kale, M. K., & Sullivan, J. T. (2009). Pilot case control study of postural sway and balance performance in aging adults with degenerative lumbar spinal stenosis. *Journal of Geriatric Physical Therapy*, 32(1), 15-21. doi:10.1519/00139143-200932010-00004
- Jobling, A., & Cuskelly, M. (2006). Young people with Down syndrome: a preliminary investigation of health knowledge and associated behaviours. *Journal of intellectual & developmental disability*, 31(4), 210-218. doi:10.1080/13668250600999186
- Jobling, A., Virji-Babul, N., & Nichols, D. S. (2006). Children with Down syndrome: discovering the joy of movement. *Journal of Physical Education, Recreation & Dance (JOPERD)*, 77(6), 34.
- Kempf, H. D., Schmelcher, F., & Ziegler, C. (1999). *Libro del entrenamiento con el Thera-Band: El programa para conseguir un buen estado físico y de salud*. Barcelona: Paidotribo.

- Kempf, H. D., Ziegler, C., & Schmelcher, F. (2007). *Libro de entrenamiento para la espalda: un programa garantizado para vencer el dolor de espalda*. Barcelona: Paidotribo.
- King, M., & Green, Y. (2003). *Pilates: the complete body system*. London: Mitchell Beazley.
- Kokubun, M., Shinmyo, T., Ogita, M., Morita, K., Furuta, M., Haishi, K., ... Koike, T. (1997). Comparison of postural control of children with Down syndrome and those with other forms of mental retardation. *Perceptual and motor skills*, *84*(2), 499-504. doi:10.2466/pms.1997.84.2.499
- Laban, R. V. (1956). *Principles of dance and movement notation*. London: Macdonald&Evans.
- Lalo, E., Vercueil, L., Bougerol, T., Jouk, P. S., & Debû, B. (2005). Late event-related potentials and movement complexity in young adults with Down syndrome. *Neurophysiologie clinique*, *35*(2-3), 81-91. doi:10.1016/j.neucli.2005.03.002.
- Lambertz, D., Mora, I., Grosset, J. F., & Perot, C. (2003). Evaluation of musculotendinous stiffness in prepubertal children and adults, taking into account muscle activity. *Journal Of Applied Physiology*, *95*(1), 64-72. doi:10.1152/jappphysiol.00885.2002
- Latash, M. L. (2000). Motor coordination in Down syndrome: the role of adaptive changes. En *Perceptual-Motor Behavior in Down Syndrome* (p. 199-224). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Latash, M. L. (2007). Learning motor synergies by persons with Down syndrome. *Journal Of Intellectual Disability Research*, *51*, 962-971. doi:10.1111/j.1365-2788.2007.01008.x
- Latash, M. L., Almeida, G. L., & Corcos, D. M. (1993). Preprogrammed reactions in individuals with Down syndrome: the effects of instruction and predictability of the perturbation. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, *74*(4), 391-399.
- Latash, M. L., & Anson, J. G. (1996). What are «normal movements» in atypical populations? *Behavioral and Brain Sciences*, *19*(1), 55-106. doi:10.1017/S0140525X00041467
- Latash, M. L., & Anson, J. G. (2006). Synergies in health and disease: relations to adaptive changes in motor coordination. *Physical Therapy*, *86*(8), 1151-1160.
- Latash, M. L., & Corcos, D. M. (1991). Kinematic and electromyographic characteristics of single-joint movements of individuals with Down syndrome. *American journal of mental retardation : AJMR*, *96*(2), 189-201.

- Latash, M. L., Kang, N., & Patterson, D. (2002). Finger coordination in persons with Down syndrome: atypical patterns of coordination and the effects of practice. *Experimental Brain Research*, *146*(3), 345-355. doi:10.1007/s00221-002-1189-3
- Lewis, C. L., & Fragala-Pinkham, M. A. (2005). Effects of aerobic conditioning and strength training on a child with Down syndrome: a case study. *Pediatric physical therapy*, *17*(1), 30-36. doi:10.1097/01.PEP.0000154185.55735.A0
- Li, C., Chen, S., Meng How, Y., & Zhang, A. L. (2013). Benefits of physical exercise intervention on fitness of individuals with Down syndrome: a systematic review of randomized-controlled trials. *International journal of rehabilitation research*, *36*(3), 187-195. doi:10.1097/MRR.0b013e3283634e9c
- Luckansson, R., Borthwick-Duffy, S., Buntinx, W. H. E., Coulter, D. L., Craid, E. M., & Reeve, A. (2002). *Mental Retardation: Definition, Classification and Systems of Supports* (10a ed.). Washington D.C., USA: American Association on Mental Retardation.
- Mahan, K. T., Diamond, E., & Brown, D. (1983). Podiatric profile of the Down's syndrome individual. *Journal of the American Podiatric Medical Association*, *73*(4), 173-179. doi:10.7547/87507315-73-4-173
- Mahy, J., Shields, N., Taylor, N. F., & Dodd, K. J. (2011). Factores que facilitan y dificultan la actividad física de los adultos con síndrome de Down. *Revista Síndrome de Down*, *108*(28), 34-45.
- Mall, N. A., Hardaker, W. M., Nunley, J. A., & Queen, R. M. (2007). The reliability and reproducibility of foot type measurements using a mirrored foot photo box and digital photography compared to caliper measurements. *Journal of Biomechanics*, *40*(5), 1171-1176. doi:10.1016/j.jbiomech.2006.04.021
- Manonelles, P., Alcaraz, J., Álvarez, J., Jiménez, F., & Luengo, E. (2008). La utilidad de la actividad física y de los hábitos adecuados de nutrición como medio de prevención de la obesidad en niños y adolescentes. *Archivos de Medicina del Deporte*, *127*, 333-356.
- Martínez-Nova, A., Cuevas-García, J. C., Sánchez-Rodríguez, R., Pascual-Huerta, J., & Sánchez-Barrado, E. (2008). Estudio del patrón de presiones plantares en

- pies con hallux valgus mediante un sistema de plantillas instrumentadas. *Revista Española de Cirugía Ortopédica y Traumatología*, 52(2), 94-98. doi:10.1016/S1888-4415(08)74801-X
- Mateu, M., Durán, C., Troguet, M., & Cases, O. (2006). *1000 Ejercicios y juegos aplicados a las actividades corporales de expresión. Colección deporte*. Barcelona: Paidotribo.
- Mathieson, I., Upton, D., & Prior, T. D. (2004). Examining the validity of selected measures of foot type: a preliminary study. *Journal of the American Podiatric Medical Association*, 94(3), 275-281. doi:10.7547/0940275
- Matute-Llorente, A., González-Agüero, A., Gómez-Cabello, A., Vicente-Rodríguez, G., & Casajús, J. A. (2013). Physical activity and cardiorespiratory fitness in adolescents with Down syndrome. *Nutrición hospitalaria*, 28(4), 1151-1155. doi:10.3305/nh.2013.28.4.6509
- Maurer, C., Mergner, T., & Peterka, R. J. (2006). Multisensory control of human upright stance. *Experimental Brain Research*, 171(2), 231-250. doi:10.1007/s00221-005-0256-y
- Mazzone, L., Mugno, D., & Mazzone, D. (2004). The general movements in children with Down syndrome. *Early human development*, 79(2), 119-130. doi:10.1016/j.earlhumdev.2004.04.013
- Meegan, S., Maraj, B. K. V., Weeks, D., & Chua, R. (2006). Gross motor skill acquisition in adolescents with Down syndrome. *Down Syndrome Research And Practice*, 9(3), 75-80.
- Meléndez, C., Villarroya, M. A., Moros, T., Maza, V., & Casajús, J. A. (2010). Presiones plantares, en estática bipodal, en niños/adolescentes con síndrome de Down. *Biomecánica*, 18(1), 7-15.
- Mendonca, G. V., Pereira, F. D., & Fernhall, B. (2010). Reduced exercise capacity in persons with Down syndrome: cause, effect, and management. *Therapeutics and Clinical Risk Management*, 6, 601-610. doi:10.2147/TCRM.S10235
- Menz, H. B., & Munteanu, S. E. (2006). Validity of 3 clinical techniques for the measurement of static foot posture in older people. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 36(3), 179. doi:10.2519/jospt.2005.2048

- Mik, G., Gholve, P. A., Scher, D. M., Widmann, R. F., & Green, D. W. (2008). Down syndrome: orthopedic issues. *Current Opinion in Pediatrics*, 20(1), 30-36. doi:10.1097/MOP.0b013e3282f35f19
- Ministerio de Sanidad Servicios Sociales e Igualdad. (s.d.). Actividad física en la infancia y la adolescencia. Guía para todas las personas que participan en su educación. Recuperat de <http://www.msssi.gob.es/ciudadanos/proteccionSalud/adultos/actiFisica/guiaActiviFisica.htm>
- Ministerio de Sanidad Servicios Sociales e Igualdad. (1999). Actividad física y salud. Guía para padres y madres. Recuperat de <http://www.msssi.gob.es/ciudadanos/proteccionSalud/adolescencia/beneficios.htm>
- Montañola, A. (2014). *Medida del equilibrio estático en corredores de maratón mediante baropodometría optométrica*. Universitat Ramon Llull.
- Mon-Williams, M., Tresilian, J. R., Bell, V. E., Coppard, V. L., Nixdorf, M., & Carson, R. G. (2005). The preparation of reach-to-grasp movements in adults, children, and children with movement problems. *Quarterly Journal Of Experimental Psychology*, 58(7), 1249-1263. doi:10.1080/02724980443000575
- Moraru, C., Hodorca, R. M., & Vasilescu, D. (2014). The role of gymnastics and dance in rehabilitating motor capacities in children with down syndrome. *Sport si Societate : Revista de Educatie Fizica, Sport si Stiinte Conexe*, 14, 101-112.
- Moreno de la Fuente, J. L. (2003). *Podología general y biomecánica*. Barcelona: Masson.
- Mosso, C., Santander, P., Pettinelli, P., Valdés, M., Celis, M., Espejo, F., ... Sepúlveda, F. (2011). Evaluación de una intervención en actividad física en niños con síndrome de Down. *Revista chilena de pediatría*. doi:10.4067/S0370-41062011000400005
- Nichols, D. S., Glenn, T. M., & Hutchinson, K. J. (1995). Changes in the mean center of balance during balance testing in young adults. *Physical Therapy*, 75(8), 699-706.
- Niort, J., Hernández, J., & Bofill, A. (2010). Danse et handicap intellectuel : une approche conceptuelle. *Staps*, 89(3), 61. doi:10.3917/sta.089.0061
- Novell, R., Rueda, P., & Salvador, L. (2004). *Salud mental y alteraciones de la conducta en las personas con discapacidad intelectual. Guía práctica para técnicos y cuidadores* (3a ed.). Madrid: FEAPS.

- Oviedo, G. R., Guerra-Balic, M., Baynard, T., & Javierre, C. (2014). Effects of aerobic, resistance and balance training in adults with intellectual disabilities. *Research in Developmental Disabilities, 35*(11), 2624-2634. doi:10.1016/j.ridd.2014.06.025
- Oviedo, G. R., Sánchez, J., Castro, R., Calvo, M., Sevilla, J. C., Iglesias, A., & Guerra, M. (2013). Niveles de actividad física en población adolescente: estudio de caso. *Retos: nuevas tendencias en educación física, deporte y recreación, 23*, 43-47.
- Padrós, C., & Escudero, J. R. (2002). Actuación podológica en la prevención y tratamiento del pie diabético. En *Tratado de pie diabético* (p. 107-127). Madrid: Salvat.
- Papuga, M. O., & Burke, J. R. (2011). The reliability of the Associate Platinum digital foot scanner in measuring previously developed footprint characteristics: a technical note. *Journal of manipulative and physiological therapeutics, 34*(2), 114-118. doi:10.1016/j.jmpt.2010.12.008
- Patla, A. E., Ishac, M., & Winter, D. A. (2002). Anticipatory control of center of mass and joint stability during voluntary arm movement from a standing posture: interplay between active and passive control. *Experimental Brain Research, 143*(3), 318-327. doi:10.1007/s00221-001-0968-6
- Pau, M., Galli, M., Crivellini, M., & Albertini, G. (2012). Foot-ground interaction during upright standing in children with Down syndrome. *Research in Developmental Disabilities, 33*(6), 1881-1887. doi:10.1016/j.ridd.2012.05.018
- Pedersen, B. K., & Saltin, B. (2006). Evidence for prescribing exercise as therapy in chronic disease. *Scandinavian journal of medicine & science in sports, 16*(Suppl 1), 3-63. doi:10.1111/j.1600-0838.2006.00520.x
- Pérez, A. I., & García, B. M. (2010). Síndrome de Down y deporte. *EF deportes.com, 146*.
- Peterka, R. J., & Loughlin, P. J. (2004). Dynamic regulation of sensorimotor integration in human postural control. *Journal of neurophysiology, 91*(1), 410-423. doi:10.1152/jn.00516.2003
- Peterson, F., Kendall, E., Geise, P., McIntyre, M., & Anthony, W. (2006). *Músculos, pruebas funcionales, postura y dolor* (5a ed.). Madrid: Marbán.

- Peydro de Moya, M. F., Baydal, J. M., & Vivas, M. J. (2005). Técnicas instrumentales de diagnóstico y evaluación en rehabilitación: Evaluación y rehabilitación del equilibrio mediante posturografía. *Rehabilitación*, 39(6), 315-323. doi:10.1016/S0048-7120(05)74365-6
- Pineda, E., & Pérez, Y. (2011). Musicoterapia aplicada a niños con síndrome de Down. *Revista Cubana de Pediatría*, 83(2), 142-148.
- Pitetti, K., Baynard, T., & Agiovlasitis, S. (2013). Children and adolescents with Down syndrome, physical fitness and physical activity. *Journal of Sport and Health Science*, 2(1), 47-57. doi:10.1016/j.jshs.2012.10.004
- Pitetti, K., Rimmer, J. H., & Fernhall, B. (1993). Physical fitness and adults with mental retardation: An overview of current research and future directions. *Sports Medicine*, 16, 23-56.
- Pueschel, S. (2002). *Síndrome de Down: Hacia un futuro mejor. Guía para padres*. Madrid: Elsevier España.
- Rama, J., & Pérez, N. (2003). Pruebas vestibulares y posturografía. *Revista de Medicina de la Universidad de Navarra*, 47(4), 21-28.
- Rast, M. M., & Harris, S. R. (1985). Motor control in infants with Down syndrome. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 27(5), 682-685. doi:10.1111/j.1469-8749.1985.tb14144.x
- Raymakers, J. A., Samson, M. M., & Verhaar, H. J. J. (2005). The assessment of body sway and the choice of the stability parameter(s). *Gait & Posture*, 21(1), 48-58. doi:10.1016/j.gaitpost.2003.11.006
- Reinders, N., Bryden, P. J., & Fletcher, P. C. (2015). Dancing with Down syndrome: a phenomenological case study. *Research in Dance Education*, 1-17. doi:10.1080/14647893.2015.1036018
- Revenga-Giertych, C., & Bulo-Concellón, M. P. (2005). El pie plano valgo: evolución de la huella plantar y factores relacionados. *Revista de Ortopedia y Traumatología*, 49(4), 271-280. doi:10.1016/S0482-5985(05)74426-6

- Rigoldi, C., Galli, M., Mainardi, L., Crivellini, M., & Albertini, G. (2011). Postural control in children, teenagers and adults with Down syndrome. *Research in developmental disabilities*, 32(1), 170-5. doi:10.1016/j.ridd.2010.09.007
- Ringenbach, S. D., Mulvey, G. M., Chen, C. C., & Jung, M. L. (2012). Unimanual and bimanual continuous movements benefit from visual instructions in persons with Down syndrome. *Journal of Motor Behavior*, 44(4), 233-239. doi:10.1080/00222895.2012.684909
- Rodríguez, J., Márquez, S., & Abajo, S. (2006). Sedentarismo y salud: efectos beneficiosos de la actividad física. *Apunts: Educación física y deportes*, 83, 12-24.
- Rogers, P. T., Coleman, M., & Buckley, S. (1994). *Atención médica en el síndrome de Down : un planteamiento de medicina preventiva*. Barcelona: Fundació Catalana Síndrome de Down.
- Rosselló, L., Pallisó, F., Siscart, E., Boronat, T., Puerto, E., & Llovet, R. (2007). Factores predictivos de desarrollo de malformaciones raquídeas en el síndrome de Down. *Revista Médica Internacional sobre el Síndrome de Down*, 11(2), 25-29. doi:10.1016/S1138-2074(07)70035-0
- Schalock, R. L., Borthwick-Duffy, S., Buntinx, W. H. E., Coulter, D. L., Craig, E. M., Ellis, M., ... Yeager, M. H. (2010). *Intellectual Disability: Definition, Classification, and Systems of Supports* (11a ed.). Washington D.C., USA: American Association on Intellectual and Developmental Disabilities.
- Serra, J. R., & Bagur, C. (2004). *Prescripción de ejercicio físico para la salud*. Barcelona: Paidotribo.
- Shields, N., & Dodd, K. (2004). A systematic review on the effects of exercise programmes designed to improve strength for people with Down syndrome. *Physical Therapy Reviews*, 9(2), 109-115. doi:10.1179/108331904225005043
- Shumway-Cook, A. (1985). Dynamics of postural control in the child with Down syndrome. *Physical Therapy*, 65(9), 1315-1322.
- Shumway-Cook, A., & Woollacott, M. H. (1985). The growth of stability: postural control from a development perspective. *Journal of motor behavior*, 17(2), 131-147.

- Smith, B. A., Kubo, M., Black, D. P., Holt, K. G., & Ulrich, B. D. (2007). Effect of practice on a novel task--walking on a treadmill: preadolescents with and without Down syndrome. *Physical Therapy, 87*(6), 766-777. doi:10.1155/2012/782671
- Sociedad Española para el Estudio de la Obesidad. (2000). SEEDO'2000 consensus for the evaluation of overweight and obesity and the establishment of criteria for therapeutic intervention. *Medicina Clínica, 115*(15), 587-597.
- Sooful, A., Surujlal, J., & Dhurup, M. (2013). Dance and music as mediums for the social integration of children with intellectual disabilities into mainstream society. *African Journal for Physical, Health Education, Recreation and Dance, 16*(4). doi:10.4314/ajphered.v16i4.64096
- Spanò, M., Mercuri, E., Randò, T., Pantò, T., Gagliano, A., Henderson, S., & Guzzetta, F. (1999). Motor and perceptual-motor competence in children with Down syndrome: variation in performance with age. *European Journal Of Paediatric Neurology, 3*(1), 7-13. doi:10.1053/ejpn.1999.0173
- Steingass, K.J., Chicoine, B., McGuire, D., & Roizen, N.J. (2011). Developmental disabilities grown up: Down syndrome. *Journal of Developmental & Behavioral Pediatrics, 32*(7), 548-558. doi:10.1097/DBP.0b013e31822182e0
- Stokoe, P. (2000). *La expresión corporal y el niño*. Barcelona: Paidotribo.
- Stratford, B., & Ching, E. Y. (1989). Responses to music and movement in the development of children with Down's syndrome. *Journal of mental deficiency research, 33*(1), 13-24. doi:10.1111/j.1365-2788.1989.tb01447.x
- Thoumie, P. (1999). Posture, équilibre et chutes. Bases théoriques de la prise en charge en rééducation. *Kinésithérapie-Médecine physique-Réadaptation, 26-452-A-1*, 12.
- Tsimaras, V. K., & Fotiadou, E. G. (2004). Effect of training on the muscle strength and dynamic balance ability of adults with down syndrome. *Journal Of Strength And Conditioning Research, 18*(2), 343-347.
- U.S. Department of Health and Human Services. (1996). *Physical Activity and Health: A Report of the Surgeon General*. U.S. Department of Health and Human Services, Centers for Disease

- Control and Prevention, National Center for Chronic Disease Prevention and Health Promotion.* Atlanta, GA.
- Ulrich, B. D., Ulrich, D. A., Angulo-Kinzler, R. M., & Chapman, D. D. (1997). Sensitivity of infants with and without Down syndrome to intrinsic dynamics. *Research quarterly for exercise and sport*, 68(1), 10-19. doi:10.1080/02701367.1997.10608862
- Ulrich, D. A., Ulrich, B. D., Angulo-Kinzler, R. M., & Yun, J. (2001). Treadmill training of infants with Down syndrome: Evidence-based developmental outcomes. *Pediatrics*, 108(5), e84. doi:10.1542/peds.108.5.e84
- Uyanik, M., Bumin, G., & Kayihan, H. (2003). Comparison of different therapy approaches in children with Down syndrome. *Pediatrics International: Official Journal Of The Japan Pediatric Society*, 45(1), 68-73. doi:10.1046/j.1442-200X.2003.01670.x
- Van Amersfoort, Y. (1996). Prescripción de ejercicio físico y salud mental. En J.R. Serra Grima (Ed.). En *Prescripción de ejercicio físico para la salud* (p. 303-339). Barcelona: Paidotribo.
- Vázquez, M. (1984). Craneocorpografía. Contribución a la interpretación etiopatogénica de los patrones II y V de Claussen. *Acta Otorrinolaringológica Española*, 35(6), 460-466.
- Vázquez-Castilla, M. L., Rodríguez-Martínez, A., Arroyo-Rodríguez-Navas, A. R., & Benjumea-Acosta, A. (2012). Desalineaciones de los miembros inferiores en niños con síndrome de Down. *Fisioterapia*, 34(4), 140-145. doi:10.1016/j.ft.2012.01.003
- Vernazza-Martin, S., Martin, N., Cincera, M., Pedotti, A., & Massion, J. (1999). Arm raising in humans under loaded vs. unloaded and bipedal vs. unipedal conditions. *Brain research*, 846(1), 12-22. doi:10.1016/S0006-8993(99)01846-6
- Viladot, A. (1989). *Quince lecciones sobre patología del pie*. Barcelona: Toray.
- Viladot, A. (2001). *Patología del antepie* (4a ed.). Barcelona: Springer-Verlag Ibérica.
- Viladot, A., & Ruano, D. (2001). *Lecciones básicas de biomecánica del aparato locomotor*. Barcelona: Springer-Verlag Ibérica.
- Villarroya, M. A., Esquivel, J. M., Tomás, C., Moreno, L. A., Buenafé, A., & Bueno, G. (2009). Assessment of the medial longitudinal arch in children and adolescents with

- obesity: footprints and radiographic study. *European Journal of Pediatrics*, 168(5), 559-567. doi:10.1007/s00431-008-0789-8
- Villarroya, M. A., González-Agüero, A., Moros-García, T., De la Flor Marín, M., Moreno, L. A., & Casajús, J. A. (2012). Static standing balance in adolescents with Down syndrome. *Research in developmental disabilities*, 33(4), 1294-300. doi:10.1016/j.ridd.2012.02.017
- Virji-Babul, N., Kerns, K., Zhou, E., Kapur, A., & Shiffrar, M. (2006). Perceptual-motor deficits in children with Down syndrome: implications for intervention. *Down Syndrome Research And Practice*, 10(2), 74-82. doi:10.3104/reports.308
- Virji-Babul, N., Lloyd, J. E., & Van Gyn, G. (2003). Performing movement sequences with knowledge of results under different visual conditions in adults with Down syndrome. *Down Syndrome Research And Practice*, 8(3), 110-114. doi:10.3104/reports.137
- Vitoria, J. R. (2005). Enseñanza musical y aprendizaje instrumental en personas con síndrome de Down, parálisis cerebral, retraso mental y autismo. En *V Congreso Internacional Virtual de Educación*.
- Vuillerme, N., Marin, L., & Debû, B. (2001). Assessment of static postural control in teenagers with Down syndrome. *Adapted Physical Activity Quarterly*, 18, 417-433.
- Wang, W. Y., & Chang, J. J. (1997). Effects of jumping skill training on walking balance for children with mental retardation and Down's syndrome. *The Kaohsiung journal of medical sciences*, 13(8), 487-495.
- Wang, W. Y., & Ju, Y. H. (2002). Promoting balance and jumping skills in children with Down syndrome. *Perceptual and motor skills*, 94(2), 443-448. doi:10.2466/PMS.94.2.443-448
- Webber, A., Virji-Babul, N., Edwards, R., & Lesperance, M. (2004). Stiffness and postural stability in adults with Down syndrome. *Experimental Brain Research*, 155(4), 450-458. doi:10.1007/s00221-003-1743-7
- Weijerman, M. E., & de Winter, J. P. (2010). Clinical practice. *European Journal of Pediatrics*, 169(12), 1445-1452. doi:10.1007/s00431-010-1253-0

- Wejebe, M., Ayala, M., & Montes, M. (2003). *Danza educativa para personas con síndrome de Down*. México.D.F.: Conaculta.
- Wengrower, H., & Chaiklin, S. (2008). *La vida es danza. El arte y la ciencia de la Danza Movimiento Terapia*. Barcelona: Gedisa.
- Williams, D. S., & McClay, I. S. (2000). Measurements used to characterize the foot and the medial longitudinal arch: reliability and validity. *Physical Therapy, 80*(9), 864-871.
- Wind, W., Schwend, R., & Larson, J. (2004). Sports for the physically challenged child. *The Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons, 12*(2), 126-137.
- Winders, P. C. (2001). The goal and opportunity of physical therapy for children with Down Syndrome. *Down Syndrome Quarterly, 6*(2), 1-5. doi:10.1002/0471227579.ch14
- Winter, D. A., Patla, A. E., Ishac, M., & Gage, W. H. (2003). Motor mechanisms of balance during quiet standing. *Journal of Electromyography and Kinesiology, 13*(1), 49-56. doi:10.1016/S1050-6411(02)00085-8
- Winter, D. A., Patla, A. E., Prince, F., Ishac, M., & Gielo-Perczak, K. (1998). Stiffness control of balance in quiet standing. *Journal of neurophysiology, 80*(3), 1211-1221.
- World Health Organization. (s.d.). What is Moderate-intensity and Vigorous-intensity Physical Activity? Recuperat de http://www.who.int/dietphysicalactivity/physical_activity_intensity/en/
- World Health Organization. (2002). *Towards a Common Language for Functioning, Disability and Health ICF*. Geneva, Switzerland: World Health Organization.
- World Health Organization. (2010). *Recomendaciones mundiales sobre actividad física para la salud*. Geneva, Switzerland: World Health Organization.
- World Health Organization. (2015). *International Classification of Diseases*. Recuperat de <http://apps.who.int/classifications/icd10/browse/2015/en#/F70-F79>
- Yalçın, N., Esen, E., Kanatli, U., & Yetkin, H. (2010). Evaluation of the medial longitudinal arch: a comparison between the dynamic plantar pressure measurement system and radiographic analysis. *Acta Orthopaedica et Traumatologica Turcica, 44*(3), 241-245. doi:10.3944/AOTT.2010.2233

Zemcik, A. (2014). Moving Wheels, Heels, and Hearts: A Look at Dance Therapy and Down Syndrome. *Senior Honors Theses*.

CAPÍTOL

9

ANNEXOS

9. ANNEXOS

9.1. Annex 1. Protocol de creació de l'empremta plantar mitjançant el programa Photoshop CS5

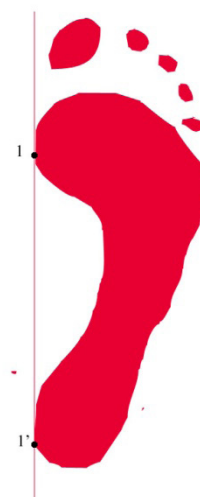
CREACIÓ DE L'EMPREMTA

- Amb l'eina “*RETALLAR*” fer un rectangle que inclogui un sol peu.
- Amb l'eina “*PLOMA DE FORMA LLIURE*” resseguir el contorn del peu i els dits i marcar els dos punts dels mal·lèols.
- Fer dins el menú “*EDICIÓ*”, l'eina “*TALLAR*”.
- Fer dins el menú “*ARXIU*”, l'eina “*NOU*”.
- Fer dins el menú “*EDICIÓ*”, l'eina “*ENGANXAR*”.
- Fer dins el menú “*CAPA*”, l'eina “*NOVA CAPA DE REBLERT*”, “*COLOR UNIFORME*” (Pantone 185 C).
- Amb l'eina “*REGLA*”, dibuixar el traç inicial (línia tangent que uneix el punt més sortint de l'avantpeu amb el punt més sortint del taló pel costat intern). Utilitzar el comandament “*REDREÇAR*”.

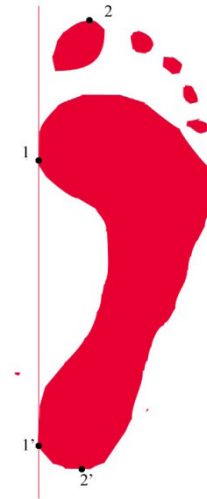
ESTUDI DE L'EMPREMTA PLANTAR

ÍNDIX D'HERNÁNDEZ CORVO

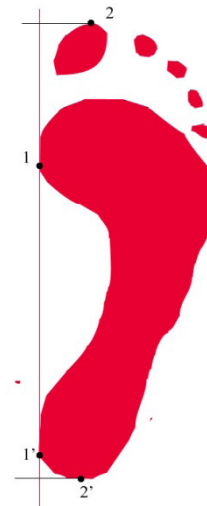
- Amb l'eina “*LÍNIA*” (gruix 1 píxel), dibuixar el traç inicial (línia tangent que uneix el punt més sortint de l'avantpeu (1) amb el punt més sortint del taló (1') pel costat intern).



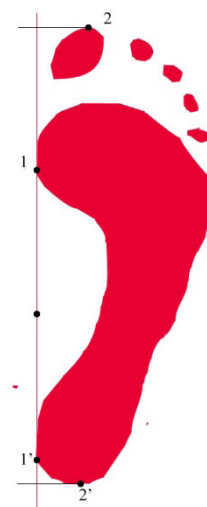
- Es marca un punt a l'extrem anterior de l'empremta (2) i un altre a l'extrem posterior (2').



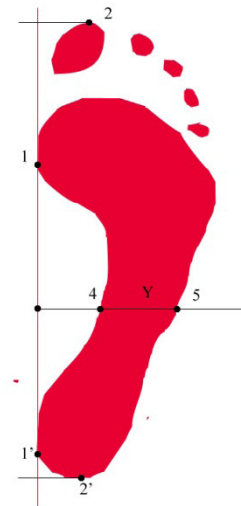
- Es traça una línia perpendicular al traç inicial que passi pel punt 2 i una altra pel punt 2'.



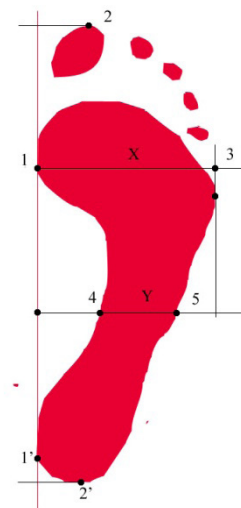
- A la distància sobre el traç inicial entre 2 i 1 se l'anomena mesura fonamental. Aquesta distància s'ha d'anotar i traslladar des del punt 1 i sobre el traç inicial cap a baix.



- Des del punt del traç inicial al qual es trasllada la mesura fonamental, es traça una perpendicular en aquest punt. Els punts on aquesta perpendicular talla l'empremta s'anomenaran 4 (costat intern) i 5 (costat extern). La distància entre el punt 4 i 5 determina la Y.



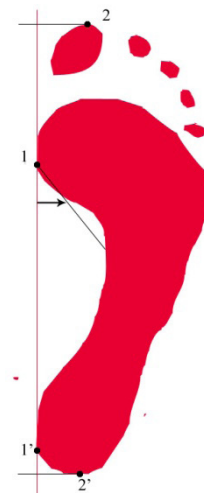
- Es traça una línia paral·lela al traç inicial passant pel punt més extern a l'empremta. La intersecció entre aquesta línia i la línia perpendicular al traç inicial que passa pel punt 1 s'anomenarà 3. La distància entre el punt 1 i 3 determina la X.



S'aplica la fórmula: $\%X = ((X-Y)/X) * 100$

ANGLE DE CLARK

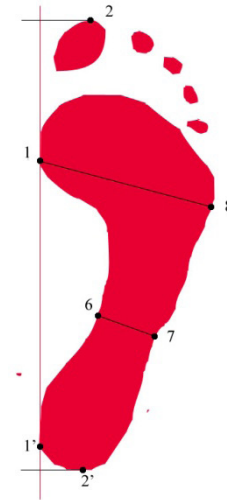
- És l'angle (A) format entre el traç inicial i una línia que uneix el punt 1 amb la part més fonda de l'empremta.



ÍNDEX DE CHIPPAUX

- Es traça una línia a la zona més estreta de l'istme (6-7). La distància entre els punts 6 i 7 determina la P. Es traça una paral·lela a 6-7 a la zona més ample de l'avantpeu (1-8). La distància entre els punts 1 i 8 determina la Q.

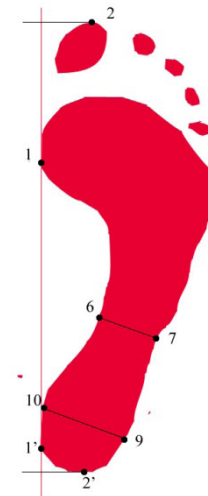
S'aplica la fórmula: $(P/Q)*100$



ÍNDEX DE STAHELLI

- Es traça una línia a la zona més estreta de l'istme (6-7). La distància entre els punts 6 i 7 determina la P. Es traça una paral·lela a 6-7 a la zona més ample del taló posterior (9-10). La distància entre els punts 9 i 10 determina la R.

S'aplica la fórmula: P/R



9.2. Annex 2. Aprovació de la Comissió d'Ètica i Recerca



Facultat de Psicologia, Ciències
de l'Educació i de l'Esport Blanquerna

Universitat Ramon Llull

El Dr. Xavier Pujadas i Martí, Vicedegà d'estudis de Postgrau i Recerca i secretari de la Comissió d'Ètica i Recerca de la Facultat de Psicologia, Ciències de l'Educació i de l'Esport Blanquerna de la Universitat Ramon Llull,

F A C O N S T A R

Que després de valorar la qualitat i aspectes ètics, així com la rellevància científica i tècnica, de l'estudi "Anàlisi dels paràmetres d'equilibri i control motor en joves amb Síndrome de Down sotmesos a un programa d'activitat física" presentat per Lourdes Gutiérrez i Vilahú, la Comissió que representa emet un informe favorable del mateix.

I perquè consti als efectes oportuns, a petició de l'interessada, ho signa a Barcelona, el tretze de juliol de dos mil quinze.



Facultat de Psicologia, Ciències
de l'Educació i de l'Esport Blanquerna

Departament d'Ètica i Recerca

C. Císter, 34
08022 Barcelona

c. Císter, 34.
08022 Barcelona
Tel. 93 253 30 00 | Fax 93 253 30 31
www.blanquerna.url.edu

9.3. Annex 3. Fulls informatius de les poblacions mostrejades

9.3.1. Annex 3.1. Full informatiu per a l'usuari de població general

Facultat de Psicologia, Ciències de l'Educació i de l'Esport Blanquerna
UNIVERSITAT RAMON LLULL

FULL D'INFORMACIÓ PER A L'USUARI

Benvolgut/da Senyor/a,

Vostè està convidat/da a participar en l'estudi que dur per títol "*Anàlisi dels paràmetres d'equilibri i control motor en joves amb la síndrome de Down sotmesos a un programa d'activitat física*" i que organitza els membres de l'equip investigador del Grup de Recerca en Salut, Activitat Física i Esport (SAFE) de la Facultat de Psicologia, Ciències de l'Educació i de l'Esport Blanquerna (FPCEE) i de la Facultat de Ciències de la Salut (FCS) Blanquerna de la **Universitat Ramon Llull**, que ha rebut la conformitat del comitè científic d'ètica i recerca institucional.

Abans de confirmar la participació en l'estudi, és important que entengui en què consisteix. Si us plau, llegeixi detingudament aquest document, del qual vostè es quedarà una còpia i faci totes les preguntes que consideri oportunes els professionals investigadors responsables de l'estudi: Dra. Miriam Guerra, Dra. Nuria Massó i Sra. Lourdes Gutiérrez.

Objectiu de l'estudi

Amb aquest estudi, es pretén realitzar un anàlisi del contacte plantar i de l'equilibri en diferents situacions de la posició dempeus, i valorar les millores després d'un programa d'activitat física basat en exercicis de dansa.

Participació voluntària

La participació en aquest estudi ha de ser totalment voluntària. Vostè és lliure de participar o no, sense que per aquest motiu es vegi afectada la seva atenció o la relació amb els professionals de referència en l'estudi. La negació a formar part del mateix no suposarà cap inconvenient per vostè. De la mateixa manera, vostè podrà retirar-se de la investigació en qualsevol moment sense necessitat d'explicar el motiu pel qual abandona.

Procediment de l'estudi

Si vostè accepta, ha de saber que es recullen algunes dades sobre la seva salut. A més a més, recollirem les seves dades d'identitat i li farem preguntes relacionades amb els seus antecedents personals i familiars. Realitzarem una exploració física de l'aparell locomotor, proves d'equilibri a l'inici i final del curs acadèmic. Aquestes proves es realitzaran al Laboratori d'Anàlisi per al Moviment de la FCS Blanquerna; Universitat Ramón Llull, en dia i hora acordats amb vostè. També el compromís de realitzar el programa d'activitat física basat en exercicis de dansa. Per dur a terme l'estudi s'ha planificat una durada d'un curs acadèmic de setembre 2011 fins a juny 2012. Aquesta col·laboració implica participar durant

**Facultat de Psicologia, Ciències de l'Educació i de l'Esport Blanquerna
UNIVERSITAT RAMON LLULL**

un període de 18 setmanes en un programa d'activitat física basat en exercicis de dansa, 2 cops/setmana i 90 minuts de duració.

Beneficis i riscos esperats

És possible que vostè obtingui beneficis de salut directes de l'estudi, i amb la informació recollida de totes les persones participants es puguin ampliar els coneixements existents sobre aquest tema, de manera que puguin ser utilitzats per ajudar altres persones que estan en la mateixa situació. Si decideix participar, un vegada finalitzat l'estudi se li proporcionarà informació sobre els seus resultats.

Confidencialitat

Li garantim que les seves dades seran tractades amb absoluta confidencialitat seguint la llei orgànica que regula la confidencialitat de les dades (Llei orgànica 41/2002 del 14 de novembre) i que s'utilitzaran exclusivament per a finalitats d'investigació. La llei reguladora de l'autonomia del pacient i dels drets i obligacions en matèria d'informació i documentació clínica <BOE 274, de 15/11/2002>. Vostè té el dret de demanar en qualsevol moment que s'eliminin els registres de les seves dades personals, si ens ho comunica a la direcció indicada.

En les llistes de treball només constarà el nombre d'història clínica que hagi estat assignat en l'estudi i un número de telèfon per poder-nos comunicar. En l'informe final de l'estudi i en comunicar els resultats a la comunitat científica es mantindrà l'anonimat i la confidencialitat.

Responsabilitat de l'estudi

L'equip investigador assumeix la responsabilitat de l'estudi. Si desitja fer alguna pregunta o aclarir algun tema relacionat amb l'estudi, si us plau, no dubti a posar-se en contacte amb nosaltres. Pot contactar a través del correu electrònic: Dra. Miriam Guerra-Balic, miriamelisagb@blanquerna.url.edu, Dra. Nuria Massó-Ortigosa, nuriamo@blanquerna.url.edu, o amb la Sra. Lourdes Gutiérrez-Vilahú, lourdesgv@blanquerna.url.edu. O bé a l'adreça c. Padilla 326-332.08025 Barcelona

L'equip investigador li agraeix sincerament la seva inestimable participació.

Signatura del/la participant conforme ha llegit
i rebut tota la informació sobre l'estudi

Signatura de l'investigador conforme
ha informat als participants

9.3.2. Annex 3.2. Full informatiu per a l'usuari de població amb la síndrome de Down

Facultat de Psicologia, Ciències de l'Educació i de l'Esport Blanquerna
UNIVERSITAT RAMON LLULL

FULL D'INFORMACIÓ PER A L'USUARI

Benvolgut/da Senyor/a,

Vostè està convidat/da a participar en l'estudi que dur per títol "*Anàlisi dels paràmetres d'equilibri i control motor en joves amb la síndrome de Down sotmesos a un programa d'activitat física*" i que organitza els membres de l'equip investigador del Grup de Recerca en Salut, Activitat Física i Esport (SAFE) de la Facultat de Psicologia, Ciències de l'Educació i de l'Esport Blanquerna (FPCEE) i de la Facultat de Ciències de la Salut (FCS) Blanquerna de la **Universitat Ramon Llull**, que ha rebut la conformitat del comitè científic d'ètica i recerca institucional.

Abans de confirmar la participació en l'estudi del seu fill/a en l'estudi, és important que entengui en què consisteix. Si us plau, llegeixi detingudament aquest document, del qual vostè es quedarà una còpia i faci totes les preguntes que consideri oportunes als professionals investigadors responsables de l'estudi: Sra. Eloïsa Martínez-Torregrosa (Escola Moragas), Dra. Miriam Guerra-Balic (FPCEE), Dra. Nuria Massó-Ortigosa i Sra. Lourdes Gutiérrez-Vilahú (FCS) Blanquerna; Universitat Ramón Llull).

Objectiu de l'estudi

Amb aquest estudi, es pretén realitzar un anàlisi del contacte plantar i de l'equilibri en diferents situacions de la posició dempeus, i valorar les millores després d'un programa d'activitat física basat en exercicis de dansa en joves amb la síndrome de Down.

Participació voluntària

La participació del seu fill/a ha de ser totalment voluntària. Vostè és lliure de deixar-lo participar o no, sense que per aquest motiu es vegi afectada la seva atenció o la relació amb els professionals de referència en l'estudi. La negació a que el seu fill/a en formar part del mateix no suposarà cap inconvenient per vostè. De la mateixa manera, vostè podrà decidir de retirar el seu fill/a de la investigació en qualsevol moment sense necessitat d'explicar el motiu pel qual abandona.

Procediment de l'estudi

Si vostè accepta que participi el seu fill/a, ha de saber que es recullen algunes dades sobre la seva salut. A més, recollirem les seves dades d'identitat i li farem preguntes relacionades amb els seus antecedents personals i familiars. Realitzarem una exploració física de l'aparell locomotor, proves d'equilibri a l'inici i final del curs acadèmic. Aquestes proves es realitzaran tant al Laboratori d'Anàlisi per al Moviment de la Facultat de Ciències de la Salut, Blanquerna (Universitat Ramón Llull), en dia i hora acordats amb vostè, com al centre educatiu, Escola

**Facultat de Psicologia, Ciències de l'Educació i de l'Esport Blanquerna
UNIVERSITAT RAMON LLULL**

Jeroni de Moragas. En aquest últim es portarà a terme el programa d'activitat física conduït per la Sra. Eloïsa Martínez-Torregrosa. També el compromís de realitzar el programa d'activitat física basat en exercicis de dansa. Aquesta col·laboració implica participar durant un període de 18 setmanes en un programa d'activitat física basat en exercicis de dansa, 2 cops/setmana i 90 minuts de duració dins del marc curricular i educatiu de l'escola Moragas. Per dur a terme l'estudi s'ha planificat una durada d'un curs acadèmic de setembre 2011 fins a juny 2012.

Beneficis i riscos esperats

És possible que el seu fill/a obtingui beneficis de salut directes de l'estudi, i amb la informació recollida de totes les persones participants es puguin ampliar els coneixements existents sobre aquest tema, de manera que puguin ser utilitzats per ajudar altres persones que estan en la mateixa situació. Si decideix participar, un vegada finalitzat l'estudi se li proporcionarà informació sobre els seus resultats.

Confidencialitat

Li garantim que les seves dades seran tractats amb absoluta confidencialitat seguint la llei orgànica que regula la confidencialitat de les dades (Llei orgànica 41/2002 del 14 de novembre) i que s'utilitzaran exclusivament per a finalitats d'investigació. La llei reguladora de l'autonomia del pacient i dels drets i obligacions en matèria d'informació i documentació clínica (BOE 274, de 15/11/2002). Vostè té el dret de demanar en qualsevol moment que s'eliminin els registres de les dades personals, si ens ho comunica a la direcció indicada.

En les llistes de treball només constarà el nombre d'història clínica que hagi estat assignat en l'estudi i un número de telèfon per poder-nos comunicar. En l'informe final de l'estudi i en comunicar els resultats a la comunitat científica es mantindrà l'anonimat i la confidencialitat.

Responsabilitat de l'estudi

L'equip investigador assumeix la responsabilitat de l'estudi. Si desitja fer alguna pregunta o aclarir algun tema relacionat amb l'estudi, si us plau, no dubti a posar-se en contacte amb nosaltres. Pot contactar a través del correu electrònic: Dra. Miriam Guerra-Balic, miriamelisagb@blanquerna.url.edu, Dra. Nuria Massó-Ortigosa, nuriamo@blanquerna.url.edu, o amb la Sra. Lourdes Gutiérrez-Vilahú, lourdesgv@blanquerna.url.edu. O bé a l'adreça c. Padilla 326-332. 08025 Barcelona

L'equip investigador li agraeix sincerament la seva inestimable participació.

Signatura del pare/mare conforme ha llegit i rebut tota la informació sobre l'estudi

Signatura de l'investigador conforme ha informat als participants

9.4. Annex 4. Consentiment informat

Facultat de Ciències de la Salut Blanquerna. UNIVERSITAT RAMON LLULL

Consentiment informat per la realització de proves de valoració neuromuscular en el marc d'un projecte de recerca: Anàlisi dels paràmetres d'equilibri i control motor en joves amb la Síndrome de Down sotmesos a un programa de activitat física.

El sotsignant D. _____, major d'edat, amb DNI núm. _____ (en presència del testimoni D. _____, major d'edat, amb DNI núm. _____), actuant com a mare, pare o tutor de _____

manifesta haver rebut la següent informació del Laboratori d'Anàlisi del moviment Blanquerna:

Les proves a les que es sotmet són: exploració física i electromiografia de superfície

Els objectius de l'estudi són:

- a) Observar i inspeccionar determinades característiques físiques a través d'un exploració física.
- b) Avaluar la resposta de la musculatura davant estímuls externs a través de l'electromiografia de superfície

L'avaluació a la que es sotmet no és cap prova cruenta ni invasiva i per tant no representa cap mena de risc per a la meua salut actual ni futura, excepte els derivats d'incidents fortuïts.

I declara:

Se m'ha facilitat aquest full informatiu, i havent comprès el significat del procediment i els riscos inherents al mateix, declaro estar degudament informat/da.

Autoritzo el coordinador d'aquest estudi i als seus col·laboradors, que en cas d'accident, puguin prendre les decisions mèdiques precises.

Han estat respostes totes les meves preguntes de forma satisfactòria i per tant dono el meu consentiment per a realitzar l'esmentada prova.

Col·laboro de forma voluntària i, per tant, tinc dret a renunciar en qualsevol moment a continuar amb la realització de la prova.

D'altra banda,

1. **AUTORITZO** al Laboratori d'anàlisi del moviment, Blanquerna a difondre la informació i imatges que se'n derivin d'aquesta prova sempre amb voluntat i interès sanitari, docent i científic, i **EXIGEIXO** que es salvaguardi la identitat i intimitat de _____ en tot moment.

2. El Laboratori d'anàlisi del moviment, Blanquerna conservarà tots els registres realitzats per mitjans mecànics, electrònics, magnètics, gravacions o per qualsevol altre mitjà, que es realitzin al llarg d'aquesta prova, així com la informació que se'n derivi dels mateixos, en els termes legalment previstos.

Nom mare, pare, tutor: _____

Nom del participant: _____

Signatura:

Signatura:

Nom informant/ N° Col·legiat: _____

Signatura:

Barcelona, a ___ d _____ de _____

Quadern de recollida de dades

9.5. Annex 5. Carta de renúncia

Facultat de Psicologia, Ciències de l'Educació i de l'Esport Blanquerna
UNIVERSITAT RAMON LLULL

Barcelona, a ___ d _____ de _____

CARTA DE RENÚNCIA

Jo, _____, major d'edat, amb DNI _____, actuant en nombre i interès propi

Jo, _____, amb DNI _____ i en funció de pare/mare/tutor legal de _____ amb DNI _____

Expresso de manera voluntària la decisió d'abandonar l'estudi "*Anàlisi dels paràmetres d'equilibri i control motor en joves amb la síndrome de Down sotmesos a un programa d'activitat física*", deixant així d'exercir el meu paper com a participant a partir de la data d'avui, sense que això suposi cap perjudici per mi ni per la meva atenció al centre.

De manera voluntària i opcional pot expressar el motiu d'abandonament per a fer conèixer del mateix a l'equip investigador i poder corregir, si pertoca algun aspecte que hagi sigut causant de l'abandonament.

.....

Signatura del participant, pare/mare/tutor legal conforme decideix deixar de formar part de l'estudi

Signatura de l'investigador conforme el participant deixa de formar part de l'estudi

Quadern de recollida de dades

9.6. Annex 6. Història clínica**Facultat de Ciències de la Salut Blanquerna. UNIVERSITAT RAMON LLULL****HISTÒRIA CLÍNICA***Instruccions: Omplir tots els camps del qüestionari de manera clara i concisa, utilitzant l'observació clínica en els punts 2 i 3.***Nº HISTÒRIA CLÍNICA** _ _ _ _ _**DATA DE RECOLLIDA DE DADES:** _ _ / _ _ / _ _ _ _**1. ANAMNESI****1.1. DADES PERSONALS I DE FILIACIÓ**

Nom.....

Cognoms.....

Domicili.....

CP..... Ciutat.....

Telèfon particular..... Telèfon mòbil.....

Nom i cognoms (pare/tutor).....

Nom i cognoms (mare/tutor/a).....

Data de naixement _ _ / _ _ / _ _ _ _

Curs acadèmic.....

1. Home 2. Dona

Grau de discapacitat intel·lectual:

% Coeficient intel·lectual:

Facultat de Ciències de la Salut Blanquerna. UNIVERSITAT RAMON LLULL**1.2. ANTECEDENTS PERSONALS**

1.2.1. FISIOLÒGICS

Aficions.....

Activitat física i esports de lleure.....

1.2.2. PATOLÒGICS

Malalties :

Diabetis.....

Cardiopaties.....

Miopaties.....

Neuropaties.....

Altres.....

Intervencions quirúrgiques.....

Fàrmacs.....

1.3. ANTECEDENTS FAMILIARS

1.3.1. Malalties hereditàries.....

2. EXPLORACIÓ FÍSICA GENERAL**2.1. DADES ANTROPOMÈTRIQVES**

Pes.....Kg Talla.....cm

Circumferència cintura.....cm Circumferència maluc.....cm

IMC.....Kg/m² IB.....Kg/m

ICM..... IP.....cm/Kg

Facultat de Ciències de la Salut Blanquerna. UNIVERSITAT RAMON LLULL

3. APARELL LOCOMOTOR**3.1. EXAMEN MORFOESTÀTIC EN BIPEDESTACIÓ**

Alineació corporal: Tipologia anterior..... Tipologia posterior.....

Ulleres:..... Plantilles.....

ESQUERRA**DRET****PEUS**

Orientació tendó d'Aquil·les

VAR VALG

Bòveda plantar

PLANA BUIT VALG VAR **GENOLLS**VAR VALG FLEXUM RECURVATUM ORIENTACIÓ TENDÓ DE LA RÒTULA ORIENTACIÓ RÒTULES

Facultat de Ciències de la Salut Blanquerna. UNIVERSITAT RAMON LLULL

	ESQUERRA	DRET
CADERAS		
ROTACIÓ INTERNA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ROTACIÓ EXTERNA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
FLEXIÓ / ANTERIORITZACIÓ	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
EXTENSIÓ / POSTERIORITZACIÓ	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
PELVIS		
SIMETRIA CRESTES ILÍAQUES	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
SIMETRIA PLECS GLUTIS	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Espina Ilíaca Antero-Superior - EIAS	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Espina Ilíaca Postero-Superior - EIPS	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
RETROVERSIÓ	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ANTEVERSIÓ	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
RAQUIS LUMBAR		
LORDOSI	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
RECTIFICACIÓ	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ESCOLIOSI	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ANGLE DE TALLA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
RAQUIS DORSAL		
GRAELLA COSTAL	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ORIENTACIÓ ESCAPULAR	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
CIFOSIS	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
DORS PLA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ESCOLIOSI	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

9.7. Annex 7. Programa d'activitat física basat en la dansa

PROGRAMA D'ACTIVITAT FÍSICA BASAT EN LA DANSA

En poblacions especials, com és el cas de les persones amb DI, en especial amb la SD, un dels objectius és recomanar exercici físic i aconseguir que aquestes persones s'aficionin a la pràctica d'AF. El seu sedentarisme i la mala condició física, juntament amb la poca habilitat motriu que els caracteritza, els fa una població amb un alt risc de sedentarisme. S'ha de posar molt èmfasi a factors com la motivació i la comprensió per afavorir l'adherència en el programa. La comprensió dels exercicis a vegades pren més temps del que es desitjaria. No cal exigir gran dedicació de temps i tampoc no han de ser molt dificultosos o complexos. Es recomana per treballar la resistència cardiorespiratòria potenciar la massa òssia per prevenir el risc d'osteoporosi i guanyar força muscular. Fer-los caminar lleuger, trotar o pedalejar, acompanyat amb l'ús de la música, és un recurs molt agradable i eficaç. Cal recordar que hi haurà certs exercicis contraindicats per a les persones amb la SD que pateixen inestabilitat atlantoaxial i la hiperflexibilitat, ja que són característiques pròpies clíniques.

El programa d'AF consta d'uns tipus d'exercicis estructurats en una primera part que es basen en activitats d'escalfament, la segona part en exercicis específics, de centre i control de la postura, exercicis d'equilibri, coreografia, improvisació i, una tercera part, que es basa en la tornada a la calma, que consta de diverses tècniques de relaxació.

Intensitat: 2 cops/setmana; duració: 18 setmanes; freqüència: 90 minuts/sessió

1. PART 1: EXERCICIS D'ESCALFAMENT

L'objectiu en els exercicis d'escalfament és facilitar la flexibilitat i relaxar el nostre cos per tal de poder fer els exercicis posteriors correctament. Practicarem exercicis suaus basats en moviments de dansa que ens ajudaran a millorar la nostra postura. S'inicia amb una preparació articular i muscular amb moviments rítmics analítics i després globals, que vagin de menor a major vigorositat. En sedestació al terra, en decúbit supí i després en bipedestació, tenint en compte la direcció caudal i cranial de les extremitats inferiors a les superiors per adaptar l'esquema corporal i el

sistema cardiovascular i respiratori. En l'àmbit de la dansa es coneix com a moviment aïllat i consisteix en la mobilització selectiva d'una part del cos. Aquesta part té una durada de 10 minuts i de tots els exercicis se n'han de fer 10 repeticions.

1.1. SEDESTACIÓ AL TERRA

Aquests exercicis es realitzen de manera individual i per parelles. Prenen contacte del terra amb els glutis i s'inicien desplaçaments unilaterals desenganxant la musculatura glútia i dels pelvitrocanteris de cada costat amb extensió de genolls, procurant mantenir una bona postura de la columna vertebral.



Percepció del ritme lumbopelvià per tal de flexibilitzar-lo, desplaçament posterior del sacre fins a tenir-lo ben recolzat a terra o retroversió de la pelvis, després postura intermèdia de recolzament de les tuberositats isquiàtiques i finalment desplaçament anterior fins a desenganxar el sacre o anteversió de la pelvis.



Amb extensió de genolls, iniciem flexió-extensió i circumducció interna i externa de l'articulació del turmell: moviments lliures.



Flexió i extensió global de les articulacions de maluc, genoll i turmell: triple flexió de les articulacions de les extremitats inferiors per treballar les cadenes musculars anterior i posterior de les extremitats i triple flexió de les extremitats amb abducció de maluc per iniciar estiraments del grup muscular dels adductors i flexibilitzar la postura de l'en-dehors.



Abducció i adducció de l'articulació del maluc amb extensió dels genolls: moviments lliures d'obrir i tancar ambdues extremitats inferiors per tal de potenciar la musculatura interna i externa.



Amb la posició d'abducció dels malucs i extensió de genoll, fer un treball de flexió i extensió de les extremitats superiors mitjançant uns cercles de diferents colors col·locats a terra. Donem ordres de fer moviments unilaterals i bilaterals amb una de les mans, amb les dues mans alhora i amb els braços encreuats. Moviments per flexibilitzar i potenciar la musculatura del raquis així com el quadrat de llocs i dorsal ample, juntament amb la percepció des del terra.



Moviments globals amb els cercles a les mans en el camp de visió i per sobre del cap: moviments cap a la flexió i extensió de l'articulació de l'espatlla combinant-los amb les inclinacions laterals i rotacions del tronc.

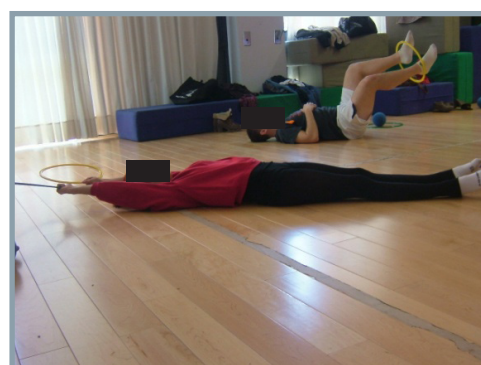
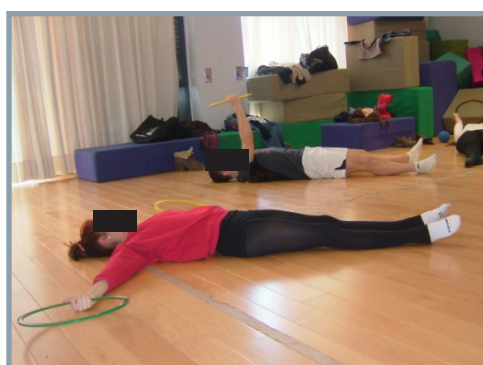


Amassament vigorós de la planta del peu, dits i turmell amb una pilota per tal d'estimular la musculatura plantar.

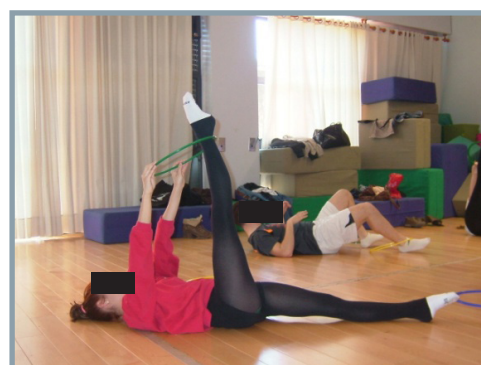


1.2. DECUBIT SUPÍ

Tombats a terra amb els cèrcols a les mans, fer moviments de flexió i extensió, abducció-adducció i rotació de l'articulació glenohumeral: moviments actius globals.



Tombats a terra amb els cèrcols als turmells, fer moviments de flexió i extensió, abducció-adducció i rotació de les articulacions de les extremitats inferiors: moviments actius globals.



2. PART 2: ETAPA PRINCIPAL

En la posició de peu destaca la conscienciació del pes o força amb la qual un cos tendeix a aproximar-se al centre de la Terra a causa de la gravetat. La força deguda a la gravetat exercida sobre els cossos materials serveix per treballar l'equilibri i el desequilibri. Els exercicis que figuren a continuació són situacions per treballar les manifestacions de la gravetat; són exercicis que exigeixen esforç muscular i articular superficial i profund i que estan relacionats amb moviments de la dansa bàsics i seqüències globals de la dansa clàssica i moderna. Es realitzen de manera individual i en grup. Tenen una durada de 70 minuts i estan estructurats en tres parts: exercicis específics de centre i equilibri (30 minuts), exercicis de coreografia (20 minuts) i exercicis d'improvisació (20 minuts).

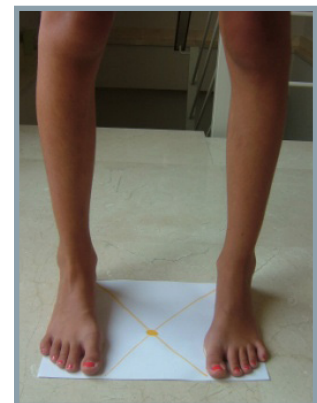
En aquesta etapa és fonamental el treball propioceptiu de la respiració i iniciar la respiració abdominodiafragmàtica. Cal practicar el moviment respiratori i fer la pràctica en la posició de sedestació i bipedestació per tal d'integrar i automatitzar aquest tipus de respiració en lloc de la toràcica o supracostal. El control respiratori en la dansa és primordial per aconseguir una bona alineació postural i control muscular.

2.1. EXERCICIS ESPECÍFICS DE CENTRE, DE CONTROL DE LA POSTURA I DE L'EQUILIBRI

2.1.1. Exercicis de base específics

2.1.1.1. *Exercici de base específic*

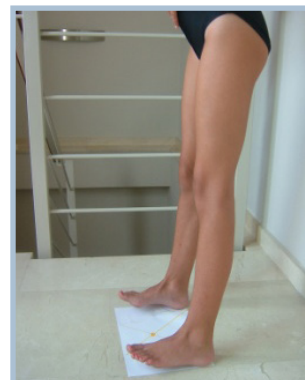
per tal de prendre consciència de la força de gravetat i de la base del polígon de sustentació: ens col·loquem a sota dels peus en paral·lel un foli blanc i agafem amb la mà un bolígraf per traçar una línia del calcani esquerre al 1er metatarsià dret i a la inversa



per observar on es creuen. Ho farem amb una triple flexió de les extremitats

inferiors i superposant els segments de la columna cervical, dorsal i lumbar. L'exercici es realitza amb els ulls oberts i tancats.

2.1.1.2. Exercici base específic per tal de prendre consciència de transferir el pes per treballar l'equilibri: iniciarem l'exercici traspasant el pes del nostre cos a l'avantpeu i el retropeu, a la punta dels dits i als calcanis, així com, a la inversió i eversió. Amb els ulls oberts i tancats.



2.1.2. Exercicis de centre

Aquest apartat d'exercicis són els més específics d'acord amb la tècnica de la dansa. Els exercicis següents es duen a terme amb posició d'obertura inicialment a la barra o bé separats d'aquesta com exercicis de centre després d'unes sèries d'entrenament: *demi-plié*, *plié*, *relevé* i *descente suspendue* en la posició de primera, en segona, en *pointés* i *retirés*. Tots ells es practiquen amb els ulls oberts i tancats.

2.1.2.1. En primera posició *demi-plié*, *plié*, *relevé*, *descente suspendue*: potenciarem glutis, gastrocnemis, rotadors externs, adductors, quàdriceps i abdominals. En els *relevé* treballarem sobretot gastrocnemis, soli, peroneal lateral, quàdriceps, abdominals i abductor del dit gros. En els exercicis que combinem dues tècniques, el *plié*, treballant glutis, gastrocnemis, rotadors externs, adductors, quàdriceps i abdominals i el *relevé*, que afegeix soli, peroneal lateral i abductor del dit gros.



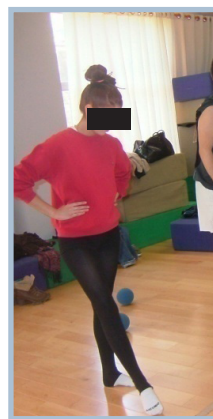
Per tal de potenciar la musculatura en posició de primera, col·loquem una pilota entremig dels genolls per fer contraccions isomètriques, desplaçaments caminant endavant i endarrere i *relevé*. La mateixa seqüència en primera posició però amb moviments lliures.

2.1.2.2. En segona posició demi-plié, plié, relevé, descente suspendue: potenciarem glutis, gastrocnemis, rotadors externs, adductors, quàdriceps i abdominals.



2.1.2.3. Pointés en primera frontal (paral·lel i obertura) i a un costat. L'objectiu és treballar l'amplitud cap a la rotació externa de maluc i separació de l'extremitat inferior del tronc i respecte a l'eix corporal.





2.1.2.4. Retirés en paral·lel i en obertura, el pas en direcció a un *developpé* o un *tendú*. Per treballar la dissociació i la construcció de l'encadenament d'un moviment global.



2.1.2.5. Coordinació de flexió de tronc amb moviments de braç: aconseguirem elasticar tota la part anterior, posterior i lateral del raquis amb una pilota a la mà.



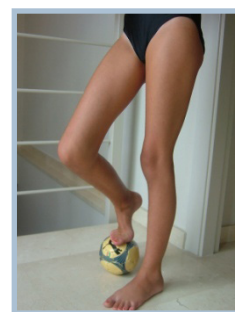
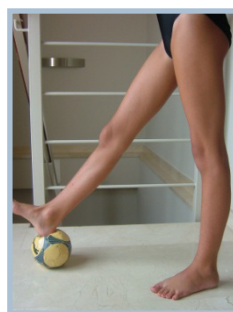
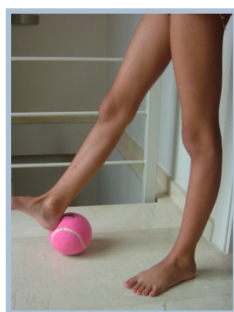
2.1.3. Exercicis d'equilibri

L'equilibri és una de les habilitats més importants en dansa, no es pot millorar només amb un condicionament muscular sinó que també s'han

de potenciar els reflexos i les reaccions de correcció com a respostes a les situacions del reequilibri (Franklin, 2006). Una manera de millorar l'equilibri és la pràctica de transferir el pes del cos a una inestabilitat com pot ser una pilota (10 cm de diàmetre).

Bipedestació amb un pilota monopodal, ulls oberts i recolzant-se a la barra i sense recolzar-s'hi:

2.1.3.1. Exercici de mobilització i propiocepció de la planta del peu: Amb els peus en paral·lel col·loquem la pilota a la planta d'un peu i per familiaritzar-nos fem moviment de traspasar el pes a l'avantpeu i retropeu en direcció anteroposterior, lateralització i moviments de circumducció interna i externa. Després de 10 repeticions amb cada peu ho fem sense recolzar-nos a la barra.



2.1.3.2. Exercici de centre del peu amb desplaçament anterior i posterior: amb els peus amb posició de *retirés* col·loquem la pilota a les mans i practiquem el desplaçament de tot el pes del cos en un pas endavant i endarrere al mateix temps que fem flexoextensió dels braços per cercar el reequilibri. Després llançar la pilota al terra, enlaire i al company.



Bipedestació amb un matalàs bipodal i monopodal, ulls oberts i tancats recolzant-se i sense recolzar-se:

2.1.3.3. Exercici d'eix corporal i centre dels peus: en una estora tova col·locar ambdós peus en paral·lel i intentar buscar l'equilibri sol i amb el company. Amb els ulls oberts i tancats.



Amb les mans agafades fer moviments d'inclinacions laterals i moviments endavant i endarrere. Imitació de postures com si fóssim estàtues. Amb els ulls oberts i tancats.



Amb posició de peus amb *retirés*, cercar l'equilibri amb els ulls oberts i tancats.



2.1.3.4. Exercici d'equilibri i de coordinació: saltar d'una estora a l'altra amb un peu i ambdós alhora.



2.2. EXERCICIS DE COREOGRAFIA

Els exercicis de coreografia es treballen desequilibris amb desplaçaments en diferents direccions de l'espai afegint ritmes i salts amb diversos materials: cintes, mocadors, cercles i bastons per desplaçar-se per la sala utilitzant les diagonals creuades o línies verticals i horitzontals. Tot seguint les ordres verbals i els compassos a través del ritme acompanyat amb música. Es treballen elements acrobàtics i elements del ball basats en obres musicals. En el marc curricular educatiu s'assagen coreografies de musicals com *Grease* i *Mamma Mia* de cara als festivals de final de curs i es treballa el *playback*. Aquest bloc té una durada de 20 minuts.





2.3. EXERCICIS D'IMPROVISACIÓ

Per parelles es fonamenta el joc, es treballa per imitació del company i/o del mirall i simulacions gestuals de diferents tipus que poden ser de persones, animals o coses. Comèdia facial i corporal amb un treball específic de la musculatura facial i de l'expressió de ganyotes, per manifestar diferents estats d'ànims com l'alegria i la tristesa. Aquest apartat té una durada de 20 minuts.





Treball de dansa lliure i creativa utilitzant tot l'espai de la sala. Amb cordes a terra, dibuixar un cercle i ballar a dins drets i asseguts amb mocadors i xurros.



3. PART 3: TORNADA A LA CALMA

3.1. EXERCICIS DE RELAXACIÓ

Són exercicis de refredament i d'intensitat baixa que engloben diverses tècniques de relaxació com ara l'eutonia, Alexander o Feldenkrais, practicades de forma lenta en decúbit a terra i exercicis respiratoris de relació. S'inicia amb una deambulació lenta i pausada per la sala fins a situar un lloc per tal de col·locar-se en decúbit supí i poder iniciar la relació. Un d'ells és l'exercici respiratori abdominodiafragmàtic, que es realitza en decúbit supí. Anteriorment prendrem el temps de valorar els relleus ossis o punts de màxim recolzament que toquen a terra. Col·loquem les mans a l'abdomen per inspirar pel nas i portem l'aire a

la panxa i espirem pel nas per expulsar-lo. També l'amassament amb pilota pel cos i amassament facial, així com exercicis respiratoris específics diafragmàtics i toràcics. Per finalitzar la sessió induïm a estirar-se i a badallar.



BIBLIOGRAFIA

- Bantulà, J., Busto, C., & Carranza, M. (1990). *11 Propostes per a l'educació física*. Barcelona: Graó.
- Calais-Germain, B., & Lamotte, A. (2009). *Anatomía para el movimiento: bases de ejercicios*. Biblioteca de cuerpo y consciencia (Vol. 2). Barcelona: La liebre de marzo.
- Calvo, J. B. (2001). *Apuntes para una anatomía aplicada a la danza* (Vol. 2). Madrid: Sanart : Librerías Deportivas Esteban Sanz.
- Canales, I. (2010). *La desinhibición en la expresión corporal: una propuesta didáctica*. Sevilla: Wanceulen Editorial Deportiva, S.L.
- Chu, D. A. (1999). *Ejercicios pliométricos*. Barcelona: Paidotribo.
- Einsingbach, T., & Wessinghage, T. (2002). *Gimnasia correctiva postural. Medicina deportiva* (Vol. 3). Barcelona: Paidotribo.
- Franklin, E. (2006). *Danza: Acondicionamiento físico*. Barcelona: Paidotribo.
- González-Agüero, A., Vicente-Rodríguez, G., & Casajús, J. A. (2011). Actividad física y discapacidad intelectual. En *Ejercicio físico y salud en poblaciones especiales* (p. 195-210). Madrid: Exernet.

- Kempf, H. D., Schmelcher, F., & Ziegler, C. (1999). *Libro del entrenamiento con el Thera-Band: El programa para conseguir un buen estado físico y de salud*. Barcelona: Paidotribo.
- Kempf, H. D., Ziegler, C., & Schmelcher, F. (2007). *Libro de entrenamiento para la espalda: un programa garantizado para vencer el dolor de espalda*. Barcelona: Paidotribo.
- King, M., & Green, Y. (2003). *Pilates: the complete body system*. London: Mitchell Beazley.
- Laban, R. V. (1956). *Principles of dance and movement notation*. London: Macdonald&Evans.
- Mateu, M., Durán, C., Troguet, M., & Cases, O. (2006). *1000 Ejercicios y juegos aplicados a las actividades corporales de expresión. Colección deporte*. Barcelona: Paidotribo.
- Wejebe, M., Ayala, M., & Montes, M. (2003). *Danza educativa para personas con síndrome de Down*. México.D.F.: Conaculta.

9.8. Annex 8. Registre d'adherència al programa

Facultat de Ciències de la Salut Blanquerna. UNIVERSITAT RAMON LLULL

REGISTRE D'ADHERÈNCIA AL PROGRAMA

Instruccions: Omplir la taula al finalitzar la sessió. Marcar a la columna "Assistència" amb una "X" en cas d'haver assistit o amb un "-" en cas de no haver assistit. Si un participant comença la sessió però per motius personals o de salut no la pot completar (havent fet com a mínim el 50% de la sessió) es considerarà com a assistent.

Model vàlid pel grup control i pel grup síndrome de Down.

Sessió	Data	Nº Participant	Assistència
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			

Sessió	Data	Nº Participant	Assistència
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			
29			
30			
31			
32			
33			
34			
35			
36			



Aquesta Tesi Doctoral ha estat defensada el dia ____ d _____ de 201__
al Centre _____
de la Universitat Ramon Llull, davant el Tribunal format pels Doctors i Doctores
sotasignants, havent obtingut la qualificació:

President/a

Vocal

Vocal *

Vocal *

Secretari/ària

Doctorand/a

(*): Només en el cas de tenir un tribunal de 5 membres

