



GRAU EN ÒPTICA I OPTOMETRIA

TRABALL FINAL DE GRAU

PROVES CLÍNiques PER L'AVALUACIÓ DELS MOVIMENTS SACÀDICS I DE SEGUIMENT. REPETIBILITAT DELS RESULTATS

MAR GARCIA GISPERT

DIRECTORA: ROSA BORRÀS GARCIA
TUTOR: JOAN CARLES ONDATEGUI PARRA
DEPARTAMENT: ÒPTICA I OPTOMETRIA

DATA DE LECTURA
29 DE JUNY DE 2015



GRAU EN ÒPTICA I OPTOMETRIA

El Sr./Sra. Rosa Borràs com a tutor/a del treball y el Sr./Sra. Joan Carles Ondategui com a director/a del treball

CERTIFIQUEN

Que el Sr./Sra. Mar Garcia Gispert ha realitzat sota la seva supervisió el treball *Proves clíniques per l'avaluació dels moviments sacàdics i de seguiment. Repetibilitat de resultats* que es recull en aquesta memòria per optar al títol de grau en Òptica i Optometria.

I per a què consti, signo/em aquest certificat.

Sr/Sra Maria Rosa Borràs Garcia
Tutor/a del treball

Sr/Sra Joan Carles Ondategui Parra
Director/a del treball

Terrassa, 29 de Juny de 2015

AGRAÏMENTS

Després de moltes hores de dedicació i esforç, són moltes les persones a les quals haig d'agrair el seu suport per tal de poder posar el punt i final a la realització d'aquest treball.

En primer lloc vull agrair a la meva directora Rosa Borràs i al meu co-director Joan Carles Ondategui per el seu suport, la seva ajuda i sobretot la seva orientació, sense ells no hagués estat possible i realment m'han ensenyat molt.

També vull agrair a les meves companyes Ainhoa de Castellarnau i Ruth Muntada pel suport rebut durant aquests mesos, ja que sense elles aquest treball no hagués estat possible.

A la meva família i als meus amics, per recolzar-me i animar-me en tots i cadascun d'aquests anys i sobretot en l'estrès d'aquests últims mesos.

Als meus companys i amics de la facultat, on junts hem viscut els moments més estressants, ja sigui en hores d'estudi o per poder realitzar qualsevol treball, però també per molts moments màgics durant aquests quatre anys.

I per últim als alumnes de 3r curs d'Òptica i Optometria de Terrassa i a tots els voluntaris per formar part de la recollida de dades d'aquest estudi i sobretot per la seva participació desinteressada.

A tots vosaltres,

MOLTES GRÀCIES



GRAU EN ÒPTICA I OPTOMETRIA

PROVES CLÍNiques PER L'AVALUACIÓ DELS MOVIMENTS SACÀDICS I DE SEGUIMENT. REPETIBILITAT DELS RESULTATS.

RESUM

Els moviments oculars ens ajuden a tenir la capacitat de poder seguir un objecte en moviment, llegir un text o canviar la fixació des d'un punt a un altre, entre d'altres. És molt important que aquests siguin precisos ja que en cas de que no ho siguin ens poden portar a problemes d'aprenentatge i rendiment visual.

L'objectiu general d'aquest estudi és detectar si existeix una bona repetibilitat dels moviments sacàdics i de seguiment utilitzant diferents proves clíniques per tal de poder concloure si aquestes són clínicament fiables.

Els resultats obtinguts ens mostren que en el cas del test NSUCO existeix una bona repetibilitat intra-subjecte i intra-observador, el que podríem destacar és que en el cas dels moviments de seguiment no és un test fiable ja que diversos observadors discrepen en els resultats. En el cas del VTT-Groffman observem que és un test força fiable degut a la bona repetibilitat d'aquest. I en el cas del A-DEM podem concloure que, en cas de fixar-nos en la variable del rati, és un test força fiable per tal de poder avaluar teràpies visuals per millorar les habilitats oculomotores, ja que si ens fixéssim en el temps horitzontal o en el temps vertical veuríem que existeix un efecte d'aprenentatge.



GRAU EN ÒPTICA I OPTOMETRIA

PRUEBAS CLÍNICAS PARA LA EVALUACIÓN DE LOS MOVIMIENTOS SACÁDICOS Y DE SEGUIMIENTO. REPETIBILIDAD DE RESULTADOS.

RESUMEN

Los movimientos oculares nos ayudan a tener la capacidad de poder seguir un objeto en movimiento, leer un texto o cambiar la fijación de un punto a otro, entre otras. Es muy importante que estos sean precisos ya que en caso de no serlo nos pueden llevar a problemas de aprendizaje y rendimiento visual.

El objetivo general de este estudio es detectar si existe una buena repetitividad de los movimientos sacádicos y los de seguimiento utilizando diferentes pruebas clínicas para poder llegar a la conclusión de si estas son clínicamente fiables.

Los resultados obtenidos nos muestran que en el caso del test NSUCO existe una buena repetibilidad intra-sujeto e intra-observador, lo que podríamos destacar es que en el caso de los movimientos de seguimiento no es un test fiable ya que los algunos de los observadores discrepan en los resultados. En el caso del test VTT-Groffman vemos que es un test bastante fiable debido a la buena repetibilidad que tiene. I en el caso del test A-DEM podemos concluir que, en caso de fijarnos en la variable del ratio, es un test fiable para poder evaluar terapias visuales para mejorar las habilidades oculomotoras, ya que si nos fijásemos en el tiempo horizontal o vertical veríamos que existe un efecto aprendizaje.



GRAU EN ÒPTICA I OPTOMETRIA

CLINIC METHODS FOR EVALUATE SACCADES AND TRACING MOVEMENTS. REPEATABILITY OF RESULTS.

ABSTRACT

Eye movements help us to have the ability to follow an object in movement, read a text or change the fixation from one point to another, among others. It's very important that they are accurate because in case if they not it can lead to learning disabilities and visual performance.

The main objective of this study is to evaluate the repeatability of the assess of saccade and tracing movements with different clinical methods in order to conclude if these are clinically reliable.

The results shows that in NSUCO test there is a good repeatability intra-subject and intra-observer but in tracing movements the observers are disagree in most results so it's not a reliable test. The VTT-Groffman test is a reliable test because of his good repeatability. And the A-DEM test, is a reliable test for evaluate a visual therapy to improve the oculomotor skills if you fix with the variable of ratio because if we look the variables of horizontal and vertical time we would see that exist a learning effect.



GRAU EN ÒPTICA I OPTOMETRIA

CLINIC METHODS FOR EVALUATE SACCADES AND TRACING MOVEMENTS. REPEATABILITY OF RESULTS.

SUMMARY

The purpose of eye movements is to take the visual stimulus from a peripheral field to a central field or fovea, giving a greater visual acuity. There are two types of movement for displacement of the eye: saccades and tracing movements. Saccades are accurate and fast movements, which can be reflex or volunteer and are mainly characterized by having a quick initial acceleration. Tracing movements are smooth and coordinated, and when they overtake certain velocity, they interspersed with saccades.

In order to carry out the study, we evaluated 42 students between the age of 20 and 25, who had gone through previous inclusion criteria: a good visual acuity, a good binocular coordination and no history of ocular surgery or ocular pathology. These 42 students took the test in two different sessions, in the first session they took the test one time and one week later they repeated the tests twice, making in total three repetitions. The order of testing was randomized and followed by a strict protocol for each test. The test we used to asses eye movements are:

- Northeastern State University College of Optometry (NSUCO): the purpose is to make an assessment of big amplitude saccades and tracing movements objectively with the point of view that the patient doesn't have to answer anything and subjectively for the examiner. We told the patient that first we would evaluate the saccades and they have to change the fixation from one ball to the other whenever the metronome sounds. Then we evaluated the tracing movements and the patient only had to maintain the fixation of the ball in movement. To evaluate them, we recorded a video and then we evaluated them using a scale from 1 to 5 which assesses the skill, the precision and head or body movements.



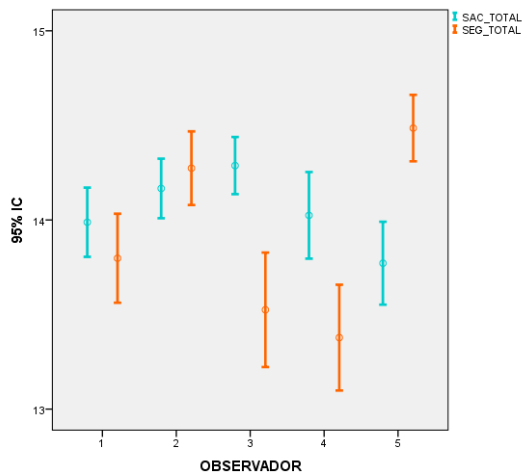
- Adult Developmental Eye Movement test (A-DEM): the purpose is to evaluate the small amplitude saccades. We told the patient that the test consist in 3 sheets (V1, V2 and H) where there is a series of numbers that have to be read aloud and as fast as he can, without any pause and trying not to be wrong. We had to record the time it takes the patient read all 80 vertical numbers (sheet V1 plus sheet V2) and all the 80 numbers arranged horizontal and with interspaced variable of the sheet H. We had to take care about the number of repetitions and omissions they made to be able to diagnose the typology belongs the patient. This typology allow us to see if the patient has dysfunction in the ability of small amplitude saccade movements.

- Visual Tracing Test (VTT-Groffman): the purpose is to evaluate tracing movements. In the test the patient has to follow a path that begins with a number and ends in an illustration. The patient has to keep his eye in the first path of each sheet. It's essential to tell the patient that they can't make use of head or body movements or following the path with the finger. Each sheet contains a different punctuation with a scale from 0 to 10 according to the time taken to reach the correct destination of path 1.

The main objective of this study is to evaluate the repeatability of the assess of saccade and tracing movements with different clinical methods. The repeatability of measurements is used to determinate if one test is sufficiently reliable to be used clinically or if it's inducing some systematic error when the measurements are making.

First of all we did a inter-observer study (analyses a comparison between different observers that analyze the same test), we continued with a intra-observer study (analysis carried out in the same observer that asses the same test different times) and we ended with a intra-subject study (which is done by taking a test in the same subject different times without changing the conditions) in order to see if the test are reliable for clinical practice. The analyze inter-observer and intra-observer is carried out only with the NSUCO test because it's a subjective test by the examiner for the examiner so we want to see if there are any differences depending on which observer evaluates the test.

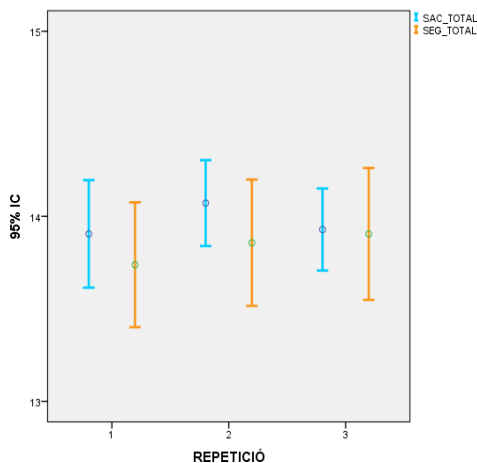
The part of the study of inter-observer repeatability, as we can see in the accompanying graph, shows



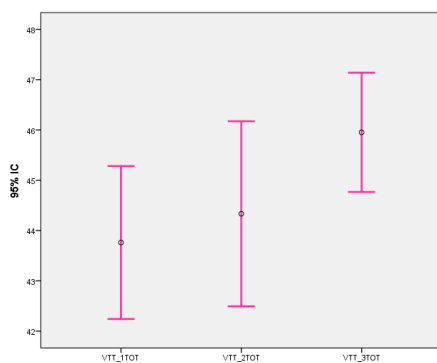
us that different observers of the same test can give different statistic punctuations (ANOVA for saccades and tracing $p < 0.01$). However, we think that the difference found is not clinically significant in the case of saccade movements (blue color) because the differences are minor to one point, but in case of tracing movements (orange color) the differences are more than one point and within different observers.

The part of the study of the repeatability of intra-observers shows a good repeatability ($p > 0.05$) because the valuation of one observer doesn't change when they are assess again one week later.

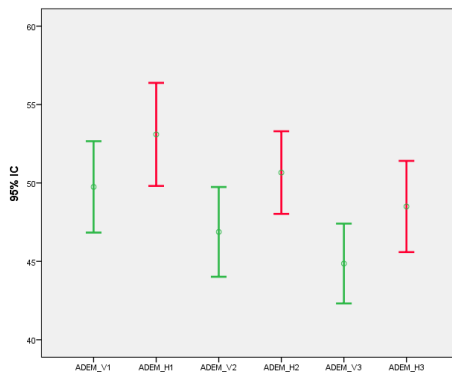
In the part of the study of repeatability intra-subject of NSUCO test we didn't observe significant



differences in saccades and tracing movements ($p > 0.05$). This can also be seen in the graph, where we see that the error bars are within the same score ranges and, therefore, we can say that the values obtained in the three repetitions we made are quite similar. And we can conclude that there are no clinical or statistic significant differences so we can say that it is a reliable test.



The part of repeatability intra-subject of VTT-Groffman test, observing the graph, we can see that error bars are within the same ranges of punctuation, this leads us to conclude that there are no clinical and no statistic significant differences in order to say that there is a learning effect and, therefore, we can say that the test results quite reliable.



And finally the study of repeatability intra-subject of A-DEM test, with the help of the graph, tells us that vertical time (green color) and horizontal time (red color) are reduced as the subject repeats the test. But with three repetitions performed, we can't find the stability point that shows us that the learning effect is achieved.

We can make some conclusions in summary of all the study:

- When we analyze the inter-observer repeatability of NSUCO test of saccades and tracing movements, we can see that different observers of the same test can give different scores. However, we found that this difference is not clinically significant in case of saccades but in tracing movements the difference is biggest and it's clinically significant.
- When we analyze the intra-observer repeatability of the NSUCO test of saccades and tracing movements, we found that there is a good repeatability because the observer's evaluation don't vary when analyzed one week later.
- In the NSUCO test, when we analyze the intra-subject repeatability, we can conclude that there are no clinical and no statistic significant differences in saccade and tracing movements.
- In VTT-Groffman test, there are no clinical and no statistic significant differences when we repeated the test.
- In A-DEM test, we can see that vertical time and horizontal time are reduced as the subject repeats the test. But with three repetitions performed, we can't find the stability point that shows us that the learning effect is achieved. The clinical significance of these results is that when performing a visual therapy we have consider that the initial improvement may be due to a learning effect due to the low repeatability of these parameters and a lack of improvement of oculomotor skills.
- We continue talking about A-DEM and we see that the ratio between horizontal and vertical time shows a good repeatability because is not affected by the learning effect. This allows us to point out that you can look at this variable to follow a visual therapy of oculomotor skills.



- And to finish with the A-DEM test, we see that the typology only changes in a 7.15% of cases and this improvement is always given with the second replay.

Índex

1. INTRODUCCIÓ.....	4
2. MARC TEÒRIC	5
2.1. Moviments oculars.....	5
2.1.1. Funcions dels moviments oculars	5
2.1.2. Control dels moviments oculars.....	5
2.1.3. Lleis innervació	7
2.1.4. Tipus de moviments oculars.....	7
2.2. Moviments sacàdics	8
2.3.1. Tipus de moviments sacàdics.....	10
2.3. Moviments de seguiment	10
2.4. Avaluació dels moviments sacàdics i de seguiment.....	11
2.4.1. Northastem State University College of Optometry (NSUCO).....	12
2.4.2. Heinsen-Schrock.....	14
2.4.3. Southem California College of Optometry (SCCO).....	16
2.4.4. Adult Developmental Eye Movement test (A-DEM)	17
2.4.5. Visual Tracing Test (VTT-Groffman)	21
2.5. Repetibilitat de mesures	22
3. OBJECTIUS	23
4. METODOLOGIA.....	26
4.1. Subjectes i criteris d'inclusió	26
4.2. Protocol de mesura	26
4.2.1. Northeastern State University College of Optometry (NSUCO).....	27
4.2.2. Adult Developmental Eye Movement test (A-DEM)	28
4.2.3. Visual Tracing Test (VTT-Groffman)	29
5. PRINCIPIS ÈTICS EN LA REALITZACIÓ D'ESTUDIS EXPERIMENTALS	31
6. RESULTATS I DISCUSSIÓ	32

6.1. Anàlisi de repetibilitat	32
6.1.1. Anàlisi inter-observadors	32
5.2. Anàlisi intra-observadors	34
5.3. Anàlisi intra-subjecte.....	34
7. CONCLUSIONS	40
8. BIBLIOGRAFIA	42

Annex

Annex I: Informació i consentiment informat.

Annex II: Fitxes anotació A-DEM i VTT-Groffman.

Índex de figures

Figura 2.1: Músculs extraoculars de l'ull esquerre.

Figura 2.2: Simulació d'un moviment sacàdics.

Figura 2.3: Pilota de Marsden.

Figura 2.4: Làmines del DEM.

Figura 2.5: Làmines del A-DEM.

Figura 2.6: Làmines del VTT-Groffman.

Figura 4.1: Material utilitzat en el NSUCO.

Figures 4.2 i 4.3: Metodologia emprada al realitzar el NSUCO.

Figura 4.4: Material i condicions al realitzar l'A-DEM.

Figura 4.5: Material i condicions al realitzar el VTT-Groffman.

Índex de taules

Taula 2.1: Músculs que intervenen en les posicions principals de mirada.

Taula 2.2: Avaluació del NSUCO.

Taula 2.3: Valors de normalitat segons l'edat dels moviments sacàdics.

Taula 2.4: Valors de normalitat segons l'edat dels moviments de seguiment.

Taula 2.5: Valors d'avaluació del Heinsen-Schrock dels moviments sacàdics.

Taula 2.6: Valors d'avaluació del Heinsen-Schrock dels moviments de seguiment.

Taula 2.7: Valors d'avaluació dels moviments sacàdics segons SCCO.

Taula 2.8: Valors d'avaluació dels moviments de seguiment segons SCCO.

Taula 2.9: Taula diferencial entre DEM i A-DEM.

Taula 2.10: Part dels valors de normalitat del A-DEM segons l'edat.

Taula 2.11: Tipologia del A-DEM.

Taula 2.12: Valors de puntuació segons el test del VTT-Groffman.

Taula 2.13: Valors de normalitat segons l'edat del VTT-Groffman.

Taula 6.1: ANOVA d'un factor de l'anàlisi inter-observadors.

Taula 6.2: Bonferroni de l'anàlisi inter-observadors dels moviments sacàdics.

Taula 6.3: Bonferroni de l'anàlisi inter-observadors dels moviments de seguiment.

Taula 6.4: Valors rellevants en l'anàlisi intra-subjecte del test A-DEM.

Índex de gràfiques

Gràfic 6.1: Barres d'error de l'anàlisi inter-observadors.

Gràfic 6.2: Barres d'error entre les tres repeticions del test NSUCO.

Gràfic 6.3: Barres d'error entre les tres repeticions del VTT-Groffman.

Gràfic 6.4: Barres d'error entre els temps vertical i horitzontal del A-DEM.

Gràfic 6.5: Dispersió de punts del temps horitzontal de les repeticions 1 i 2 del A-DEM.

Gràfic 6.6: Dispersió de punts del temps horitzontal de les repeticions 1 i 3 del A-DEM.

Gràfic 6.7: Bland&Altman del temps horitzontal de les repeticions 1 i 2 del A-DEM.

Gràfic 6.8: Bland&Altman del temps horitzontal de les repeticions 1 i 3 del A-DEM.

1. INTRODUCCIÓ

L'optometria cada vegada juga un paper més important en el món de la salut, és per això que és de vital importància fer un bon examen optomètric per tal de poder valorar quin és el principal problema del pacient i com el podem solucionar. Per tal de poder realitzar un bon examen visual és necessari fer una selecció correcte de quines són les proves més fiables per tal de poder arribar al diagnòstic encertat.

Els moviments oculars ens ajuden a tenir la capacitat de poder seguir un objecte en moviment, llegir un text o canviar la fixació des d'un punt a un altre, entre d'altres. És molt important que aquests siguin precisos ja que en cas de que no ho siguin ens poden portar a problemes d'aprenentatge i rendiment visual.

L'estudi que hem realitzat ha estat sobre la repetibilitat en la valoració dels moviments oculars, tant sacàdics com seguiments, mitjançant tres mètodes clínics que són el Northstem State University College of Optometry (NSUCO), el Adult Developmental Eye Movement test (A-DEM) i el Visual Tracing Test (VTT-Groffman).

El que més m'ha cridat l'atenció per realitzar aquest treball és el poc coneixement previ que tenia sobre la importància de la repetibilitat de les proves, que m'ha creat un interès per ampliar els coneixements dels estudis clínics sobre el tema.

2. MARC TEÒRIC

En aquest apartat farem una introducció de què són els moviments oculars; classificant-los, remarcant les seves principals funcions i explicant quin és el seu control neurològic. Es parlarà també sobre les proves clíniques que s'utilitzen per avaluar els moviments sacàdics i de seguiment, de les proves realitzades als diferents alumnes i què és el que avaluen. Finalitzarem aquest apartat parlant perquè és important que les proves tinguin repetibilitat de resultats i quins mètodes estadístics utilitzarem per tal de poder avaluar la repetibilitat.

2.1. Moviments oculars

La finalitat dels moviments de l'ull és portar els estímuls visuals del camp perifèric al camp central o fòvea que presenta una major agudesa visual (Osso et al., 1977). Les alteracions de la motilitat ocular tenen una gran importància clínica ja siguin en la coordinació dels moviments oculars com en la fixació o posició dels eixos visuals.

2.1.1. Funcions dels moviments oculars

Les funcions que aporten els moviments oculars segons Carpenter (1988-1991) són:

- Manteniment de la fixació binocular.
- Centrat de la imatge a la fòvea per obtenir una màxima agudesa visual.
- Increment del camp visual efectiu.
- Coordinació ocular per poder obtenir una visió simple.

2.1.2. Control dels moviments oculars

El control dels moviments oculars ve donat pels músculs extraoculars, aquests el que fan és executar moviments voluntaris i involuntaris del globus ocular i alguns dels seus annexes.

Trobem 6 músculs extraoculars cadascun amb les seves funcions, que són:

- **Recte superior (RS):** la seva acció principal és la supraducció, està innervat pel nervi oculomotor que és el III parell cranial i irrigat per la branca muscular superior externa de l'artèria oftàlmica.
- **Recte inferior (RI):** la seva acció principal és la infraducció, està innervat pel nervi oculomotor que és el III parell cranial i irrigat per la branca muscular inferior interna de l'artèria oftàlmica.

- **Recte nasal (RN):** la seva acció principal és la adducció, està innervat pel nervi oculomotor que és el III parell cranial i irrigat per la branca muscular inferior interna de l'artèria oftàlmica.
- **Recte temporal (RT):** la seva acció principal és la abducció, està innervat pel nervi abducens que és el VI parell cranial i irrigat per la branca muscular superior externa de l'artèria oftàlmica.
- **Oblic superior (OS):** la seva acció principal és la rotació interna que el que fa és deprimir la posició de mirada i abduir, està innervat pel nervi oculomotor troclear que és el IV parell cranial i irrigat per la branca muscular superior externa de l'artèria oftàlmica.
- **Oblic inferior (OI):** la seva acció principal és la rotació externa que consisteix en elevar i abduir la mirada, està innervat pel nervi oculomotor que és el III parell cranial i irrigat per una branca de l'artèria infraorbitària i la branca inferior interna de l'artèria oftàlmica.

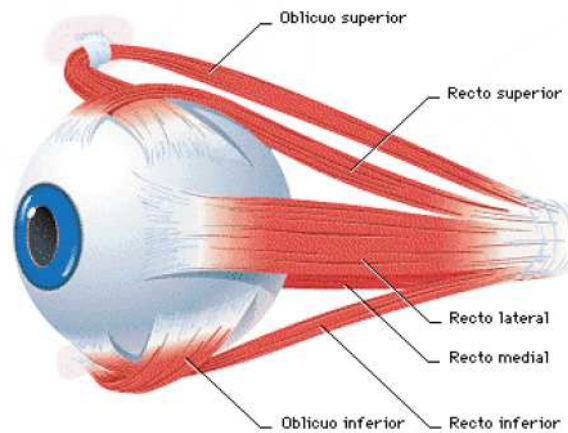


Figura 2.1: vista temporal on estan il·lustrats els diferents músculs extraoculars de l'ull esquerre. (<http://personales.ya.com/erfac/ojo.htm>)

Tot i les accions principals explicades anteriorment, també cal tenir en compte que cada un dels músculs té diverses accions secundàries i que aquestes poden o no ser diferents que les accions que més tard explicarem a la taula 2.1.

Per fer una sola acció no només és responsable un sol múscul, sinó que trobem músculs agonistes que es contrauen per tal de realitzar l'acció, músculs sinergistes que fan la mateixa acció que el múscul agonista i músculs antagonistes que es relaxen per tal de fer l'acció contrària al múscul agonista. A la taula 2.1 podem veure quins són els músculs que intervenen principalment en les diferents posicions principals de mirada.

RS UD + OI UE	RS i OI UD + RS i OI UE	OI UD + RS UE
Supradextroversió	Supraversió	Supraleroversió
RT UD + RN UE	RN, RT, RS, RI, OS, OI	RN UD + RT UE
Dextroversió	Posició primària de mirada	Leroversió
RI UD + OS UE	OS i RI UD + OS i RI UE	OS UD + RI UE
Infradextroversió	Infraversió	Infraleroversió

Taula 2.1. Mostra els músculs que intervenen en les posicions principals de mirada

2.1.3. Lleis innervació

Hem estat parlant molt sobre els músculs, però també és molt important parlar sobre les lleis d'innervació d'aquests, aquí veiem les diferències entre les principals lleis que són la llei de Sherrington i la llei de Hering.

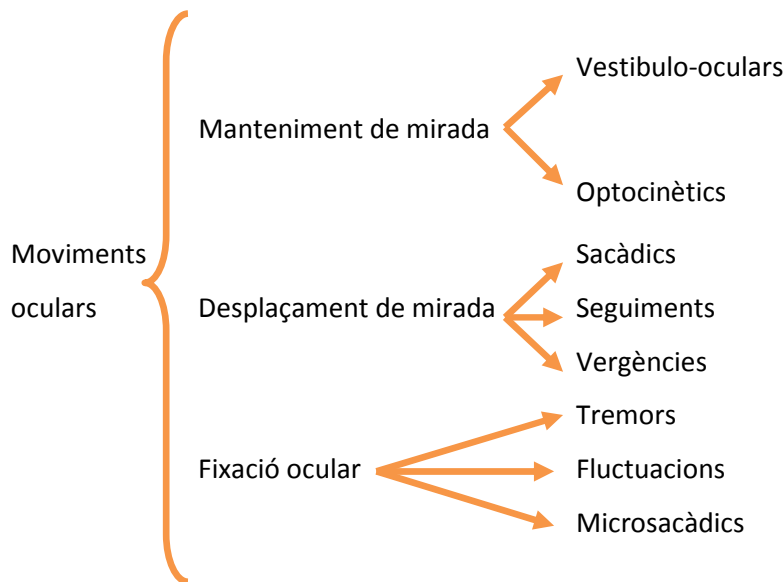
- **Llei de Hering:** també anomenada llei d'igual innervació que ens parla des d'un punt de vista binocular, diu que en tots els moviments oculars normals existeix una distribució igual de flux nerviós entre ambdós ulls.

Els músculs sinergistes contralaterals sempre reben la mateixa innervació i els ulls mai es mouen de forma independent. Qualsevol moviment binocular es desglossa en vergències i versions, de manera que la musculatura extrínseca dels dos ulls rep el mateix flux nerviós.

- **Llei de Sherrington:** també anomenada llei d'innervació recíproca ens parla sobre la innervació monocular i afirma que quan es contrau un múscul com a resultat d'una acció nerviosa, els músculs agonistes es contrauen i els antagonistes es relaxen.

2.1.4. Tipus de moviments oculars

A continuació farem una classificació dels moviments oculars segons Carpenter (1988-1991), aquesta classificació es basa en el següent esquema:



- **Moviments per al manteniment de mirada**

Aquests moviments el que fan és compensar el moviment del cap o de l'objecte per tal de que la imatge es mantingui sobre la fòvea. Són moviments involuntaris.

Vesibulo-oculars: la seva funció principal és compensar els moviments cranials mitjançant la torsió dels ulls. El seu origen és en el sistema vestibular que es troba en el laberint auditiu.

Optocinètics: la seva funció principal és compensar els moviments que realitza l'objecte de fixació. Podem obtenir una resposta optocinètica a partir d'un estímul visual que englobi tot el camp visual en moviment rotacional o a partir de l'actitud passiva de l'observador en cas de que l'objecte no despert el seu interès. Dintre d'aquest tipus de moviment podem trobar el nistagmus optocinètic que consisteix en moviments oculars oscil·latoris amb alternança entre fases lentes i ràpides.

- **Moviments per el desplaçament de la mirada**

Aquests moviments el que fan es permetre passar l'atenció d'un objecte a un altre i ho fan per tal de poder incrementar el camp visual efectiu.

Sacàdics: són uns canvis bruscs i sobtats de fixació després de l'aparició d'un objecte.

Seguiments: són moviments que es realitzen de manera voluntària i coordinada amb ambdós ulls. Són oscil·latoris i tenen un estímul de fixació clar. Serveixen per mantenir la mirada.

Vergències: són uns moviments que el que fan és moure els dos ulls de manera simètrica en direcció oposada, és a dir, alineen las fòvees dels dos ulls en un sol objecte. Trobem els moviments de convergència i els moviments de divergència.

Els moviments de convergència són aquells moviments on els eixos visuals s'uneixen a un objecte situat a una distància propera i els ulls es mouen cap al costat nasal. I els moviments de divergència són aquells moviments on els eixos visuals es separen en la cerca d'un punt més llunyà i el seu moviment és cap a la part temporal.

- **Moviments per la fixació binocular**

Pretenen mantenir la fixació binocular evitant el fenomen del Fading, aquest fenomen ens diu que quan un subjecte es fixa en un punt determinat fins i tot en un curt període de temps, i l'estímul no canvia la distància del punt de fixació, aquest pot esvaïr-se i desaparèixer. Són coneguts com micromoviments per la seva petita amplitud ($<1^\circ$) o nistagmus fisiològic pel seu caràcter oscil·latori.

Tremors: amplitud petita i elevada freqüència.

Fluctuacions: amplitud mitjana i freqüència mitja.

Microsacàdics: amplitud gran i baixa freqüència.

2.2. Moviments sacàdics

Els moviments sacàdics són versions ja que els dos ulls es mouen de manera simètrica i sincrònica en la mateixa direcció.

"Saccade" prové del francès "saquer" que vol dir empènyer. Són moviments ràpids i saltejats de l'ull que serveixen per portar la imatge a la fòvea i per tant per poder obtenir la màxima claredat dels detalls visuals i contribuir a un eficient flux de processament de la informació visual. Són uns moviments molt importants en lectura i cerca visual, i en cas de que no siguin precisos el subjecte pot ometre, confondre o superposar paraules (Timothy C. Hain, 1997).

Es poden realitzar tant de manera reflexa com voluntària, i són moviments precisos d'elevada velocitat (Barnard, 1999). Són els moviments més ràpids ja que en condicions normals no requereixen entrenament per la seva realització (Carpenter, 1988).

Dels moviments sacàdics podem avaluar la seva latència, que és la diferència de temps entre la presentació del estímul i el principi del moviment per tal de poder fixar l'objecte; la seva precisió tant si es tracta d'un moviment d'hiperfixació (quan l'ull es mou més lluny de l'objecte d'interès i després ha de tornar a la posició on es troba l'objecte) com d'un moviment d'hipofixació (l'ull no arriba fins al punt on es troba l'objecte de fixació hi ha de fer un salt més per poder observar-lo); i la velocitat amb la qual es realitza el moviment.

Es diferencien de la resta de moviments per la seva acceleració inicial (més de $30000^{\circ}/\text{seg}^2$) i perquè tenen una latència de uns 200ms després de l'aparició de l'objecte d'interès. Durant la porció de sacàdics l'ull es mou a una velocitat elevada i això provoca que la visió s'enfosqueixi. Podem dir que acaben tant sobtadament com comencen. (Timothy C. Hain, 1997).



Figura 2.2:imatge on es mostra el moviment de l'ull per tal de canviar la fixació d'un punt a un altre, és una simulació d'un moviment sacàdic. (www.lookfordiagnosis.com)

2.3.1. Tipus de moviments sacàdics

A continuació farem una classificació dels moviments sacàdics; clínicament s'acostuma a diferenciar entre els moviments sacàdics de petita i de gran amplitud. Poder fer una observació directe dels moviments dels ulls en amplituds inferiors a $5-10^{\circ}$ és difícil i per això direm que estem davant de moviments sacàdics de gran amplitud quan aquesta és major a 10° .

- **Moviments sacàdics de gran amplitud:** els dos objectes estan situats a una distància de 30-40 cm del pacient i a uns 20-30 cm de separació entre ells. Es tracta de valorar la precisió dels moviments, la immobilització del cap i la possible confusió o pèrdua.
- **Moviments sacàdics de petita amplitud:** són els moviments que utilitzem per la lectura d'un text que es realitza d'esquerra a dreta. El seu objectiu és valorar la qualitat i la precisió dels moviments.

Tots els estudis de moviments oculars que han comparat els bons i els mals lectors han demostrat que els bons lectors tenen menys fixacions, menys regressions, més temps de reconeixement i menys duració de les seves fixacions, és a dir, tenen una millor eficiència oculomotora.

2.3. Moviments de seguiment

Els moviments de seguiment són versions ja que els dos ulls es mouen de manera coordinada i sincronitzada i en la mateixa direcció. Són una habilitat oculomotora que s'utilitza per seguir un estímul de moviment continu des d'un punt de fixació a un altre, està molt relacionat amb la capacitat de recerca visual.

Són moviments suaus i coordinats que estan dissenyats per mantenir l'objecte d'interès centrat a la fòvea, el que fan és intercalar moviments suaus amb moviments sacàdics. Per tal de realitzar-los, es necessita un control precís de la coordinació oculomotora. Es poden realitzar amb estímuls visuals, tàctils, propioceptius i auditius.

El moviment de seguiment, en la majoria dels casos és provocat per un objecte mòbil, el qual presenta la seva imatge sobre la fòvea, fet que provoca que l'ull es desplaci en busca de l'objecte a una velocitat constant, el seguiment ocular s'inicia després d'una latència de 125ms (Osso et al., 1977).

Dels moviments de seguiment podem avaluar la seva latència, la seva velocitat i la seva precisió.

2.4. Avaluació dels moviments sacàdics i de seguiment

Per tal de poder avaluar els moviments oculars utilitzem diversos mètodes clàssics com:

Heinsen-Schrock

NSUCO

SCCO

són mètodes d'observació directe i serveixen per avaluar els moviments sacàdics i de seguiment de gran amplitud.

DEM } són mètodes per avaluar els moviments sacàdics de petita amplitud.
ADEM }

VTT-Groffman → és un mètode per avaluar els moviments de seguiment.

Els mètodes que nosaltres hem utilitzat per realitzar el nostre estudi han estat el NSUCO, el ADEM i el VTT-Groffman.

2.4.1. Northstem State University College of Optometry (NSUCO)

És un test creat per Maples, WC l'any 1995. El seu objectiu és fer una avaluació dels moviments sacàdics i de seguiment de gran amplitud d'una manera objectiva des del punt de vista en que el pacient no ha de donar cap resposta quan se li està realitzant el test i d'una manera subjectiva des del punt de vista de l'examinador. D'aquesta manera el pacient utilitza un llenguatge minimalista i unes habilitats cognitives que fan que no hagi de respondre a cap criteri verbal.

Per tal de poder avaluar els moviments hem de tenir en compte l'habilitat per realitzar la tasca, la precisió a l'hora d'executar la prova i els moviments tant del cap com del cos; entenent com a habilitat per realitzar la tasca si el pacient és capaç de mantenir l'atenció necessària per poder realitzar la prova correctament; com a precisió si el pacient és capaç de realitzar la prova amb la exactitud requerida; i com a moviments del cap i del cos, com bé diu el seu nom, avaluant la quantitat de moviments tant del cap com del cos a l'hora de realitzar la prova.

D'aquesta manera podem diferenciar les tres característiques i avaluar-les per separat amb una escala del 1-5, sent el 1 el valor mínim i el 5 el valor màxim. Per a cada moviment i característica podem desglossar l'escala de puntuació de la següent manera com es mostra a la taula 2.2.

Puntuació	Habilitat		Precisió		Moviments del cap i del cos
	Mov. Sacàdics	Mov. De seguiment	Mov. Sacàdics	Mov. De seguiment	
1	Si completa menys de 2 cicles	Si completa menys de 2 voltes	Si s'observen grans imprecisions igual o més de 1 vegada	Realitza més de 10 refixacions	Existeixen sempre grans moviments
2	Si completa 2 cicles	Si completa 2 voltes	Si s'observen moderades imprecisions igual o més de 1 vegada	Realitza entre 5 i 10 refixacions	Existeixen moderats moviments
3	Si completa 3 cicles	Si completa 3 voltes	Si s'observen lleus imprecisions constants (> d'un 50% del temps)	Realitza entre 3-4 refixacions	Existeixen lleus moviments en més del 50% del temps
4	Si completa 4 cicles	Si completa 4 voltes	Si s'observen lleus imprecisions ocasionals (< d'un 50% del temps)	Realitza 2 o menys refixacions	Existeixen lleus moviments en menys del 50% del temps
5	Si completa els 5 cicles	Si completa 5 voltes	Si no s'observen imprecisions	No realitza refixacions	No existeixen moviments

TAULA 2.2: ens mostra una explicació detallada i desglossada dels valors que donarem per l'avaluació del NSUCO.

Un cop hem avaluat la prova tenint en compte les tres característiques i l'escala de puntuació de cadascuna d'elles podem observar quins són els valors de normalitat segons l'edat dels moviments sacàdics en la taula 2.3 i dels moviments de seguiment a la taula 2.4.

AGE	ABILITY		ACCURACY		HEAD MVMNT		BODY MVMNT	
	Male	Female	Male	Female	Male	Female	Male	Female
5	5	5	3	3	2	2	3	4
6	5	5	3	3	2	3	3	4
7	5	5	3	3	3	3	3	4
8	5	5	3	3	3	3	4	4
9	5	5	3	3	3	3	4	4
10	5	5	3	3	3	4	4	4
11	5	5	3	3	3	4	4	5
12	5	5	3	3	3	4	4	5
13	5	5	3	3	3	4	5	5
14=>	5	5	4	3	3	4	5	5

TAULA 2.3. Valors de normalitat segons l'edat dels moviments sacàdics.

AGE	ABILITY		ACCURACY		HEAD MVMNT		BODY MVMNT	
	Male	Female	Male	Female	Male	Female	Male	Female
5	4	5	2	3	2	3	3	4
6	4	5	2	3	2	3	3	4
7	5	5	3	3	3	3	3	4
8	5	5	3	3	3	3	4	4
9	5	5	3	4	3	3	4	4
10	5	5	4	4	4	4	4	5
11	5	5	4	4	4	4	4	5
12	5	5	4	4	4	4	5	5
13	5	5	4	4	4	4	5	5
14=>	5	5	5	4	4	4	5	5

TAULA 2.4: Valors de normalitat segons l'edat dels moviments de seguiment.

En les taules 2.3 i 2.4 podem observar els valors de normalitat per a nens, ja que el test està dissenyat principalment per a ells. En la franja d'edat del nostre estudi esperem uns valors de normalitat força elevats ja que busquem que tant el moviment de cos com el del cap sigui nul o pràcticament nul; en quant a la precisió busquem que sigui bona ja sigui sense imprecisions o molt poques en cas dels moviments sacàdics i sense refixacions en el cas dels moviments de seguiment; i finalment en quant a l'habilitat volem que sigui correcte i que sempre completi els cicles que es realitzen per tal de una bona execució de la prova.

Un cop hem fet una comparació dels valors reals de cadascun dels pacients que nosaltres hem avaluat amb els valors de normalitat segons l'edat de cadascun d'ells, podem arribar a una conclusió que seria que si els valors obtinguts amb la nostra mostra són majors als valors de normalitat podem afirmar que el pacient no presenta cap tipus de problema en les habilitats oculomotores ni en els músculs extraoculars, però en el cas que els valors obtinguts siguin menors als valors de normalitat no podem excloure que no presenti problemes en les habilitats oculomotores.

2.4.2. Heinsen-Schrock

És un test que s'utilitza per avaluar tant els moviments sacàdics com els de seguiment de gran amplitud a partir de l'observació directe. A partir del test, volem valorar la precisió, la continuïtat i la suavitat dels moviments sacàdics.

En el cas dels moviments sacàdics el que ha de fer el pacient és alternar la fixació entre dos objectes situats a 40 cm respecte la seva posició i separats entre 8-80 cm l'un respecte l'altre. I en el cas dels moviments de seguiment ha de seguir els moviments que realitza una pilota de Marsden que esta suspesa en l'aire a uns 40-50cm de distància.



Figura 2.3: imatge d'una pilota de Marsden.

L'examinador el que ha de fer és observar la precisió dels moviments, que no es realitzin moviments de cap ni de cos i vigilar amb possibles confusions o pèrdues de direcció i puntuar-les segons la taula 2.5. en el cas dels moviments sacàdics i la taula 2.6. en el cas dels moviments de seguiment.

Sempre sobre l'objecte	3
A vegades fora de l'objecte	2
Generalment fora de l'objecte	1
Sense moviments del cap	3
A vegades mou el cap	2
Mou el cap	1
Velocitat adequada	3
Velocitat reduïda	2
Velocitat molt reduïda	1
Es realitza l'exercici amb ànim	1

Taula 2.5: valors que donem segons la valoració del test en moviments sacàdics.

Suaus, sempre sobre l'objecte	3
Suaus, a vegades fora de l'objecte	2
Seguiments a salts bruscs	1
Sense moviment del cap	3
Mou el cap lleugerament	2
Mou el cap completament	1
Seguiments automàtics	3
Automatisme reduït	2
Automatisme molt reduït	1
Es realitza l'exercici amb ànim	1

Taula 2.6: valors que donem segons la valoració dels moviments de seguiment.

Tal i com es pot observar a la taula, l'avaluació és en una escala del 1 al 10 tant en sacàdics com en seguiments, sent la màxima puntuació un 10 i en cas d'obtenir-la podent descartar que el pacient presenti problemes en les habilitats oculomotores. En cas que els moviments sacàdics semblin massa lents podem diagnosticar que hi ha una parèsia dels nervis oculomotors; en cas de que semblin massa ràpids podem dir que existeix una oftalmoplegia intranuclear; i en el cas de que estiguin truncats, existeix una miastènia gravis. En el cas que els moviments de seguiment siguin lents podem dir que és degut al Parkinson, envelliment, tranquil·litzants o anticonvulsius.

2.4.3. Southern California College of Optometry (SCCO)

És un test que s'utilitza per tal d'avaluar tant els moviments sacàdics com els de seguiment de gran amplitud.

En quant a l'avaluació dels moviments sacàdics necessitem dues targetes situades a una distància de 40 cm de l'observador i separades entre elles no més de 50 cm. El que ha de fer el pacient és anar alternant la mirada en les dues targetes de manera repetitiva entre 5 i 10 vegades cada cicle. El que volem avaluar és l'exactitud, la latència i el moviment del cap i ho farem mitjançant els valors de la taula 2.7.

4+	Suaus i precisos
3+	Alguna lleugera imprecisió
2+	Greus imprecisions o augment de la latència
1+	Incapacitat de realitzar la tasca o incontrolats moviments de cap

Taula 2.7: valoració dels moviments sacàdics segons SCCO.

En quant a l'avaluació dels moviments de seguiment es realitzen amb una sola targeta que es mou de manera suau a una velocitat de 20 cm cada 2 segons, es comença mitjançant moviments horitzontals, es continua amb un moviment en diagonal i finalitza amb un moviment en vertical. És necessari instruir al pacient que el seu objectiu és seguir els moviments de la targeta amb la màxima precisió possible. Ho puntuarem seguint les valoracions de la taula 2.8.

4+	Suaus i precisos
3+	Una pèrdua de fixació
2+	Dues pèrdues de fixació
1+	Més de dues pèrdues de fixació o excessius moviments del cap

Taula 2.8: valoració dels moviments de seguiment segons SCCO.

2.4.4. Adult Developmental Eye Movement test (A-DEM)

Aquest test és un test que es basa en el test Developmental Eye Movement (DEM) que va ser creat per Garzia, RP i Richma, JE l'any 1987. Està dissenyat per a nens entre 6-13 anys. Es basen en el mateix tipus de metodologia i estan estandarditzats per edats per tal de poder diagnosticar problemes d'automotricitat. En canvi, el test A-DEM és un test creat per Gené, A i Richma, JE l'any 2003.

Són tests que el seu objectiu és avaluar els moviments sacàdics de petita amplitud i la habilitat oculomotora amb una baixa demanda cognitiva, és a dir, pretenen avaluar els moviments sacàdics en lectura amb absència de factors de comprensió lectora i de decodificació fonològica. El que volen aquests tests és valorar la relació que hi ha en la lectura de 80 números, uns disposats horitzontalment i els altres verticalment.

Podem diferenciar els dos tests mitjançant les característiques que podem observar a la taula 2.9.

DEM	A-DEM
Test per a nens entre 6-13 anys.	Test per a adults a partir de 14 anys.
Números compresos entre 1-9.	Números de dos dígitos compresos entre el 10 i el 99.

Taula 2.9: taula diferencial entre DEM i A-DEM.

A l'hora d'avaluar-los hem de tenir en compte diferents errors que pot cometre el pacient com:

- La **Substitució** que ens indica que el pacient ha substituït un número per un altre.
- L'**Addició** que ens indica que el pacient ha dit un número que no existia entre dos números de la làmina.
- La **Omissió** que ens indica que el pacient s'ha deixat de llegir un número o un grup de números.
- La **Transposició** que ens indica que el pacient ha llegit tots els números que tocaven però que els ha canviat d'ordre.

El test consta de tres làmines, primerament mostren dues làmines V1 i V2 que consten de 40 números cadascuna disposats de forma vertical en dues columnes de 20 xifres cadascuna i separades de manera regular.

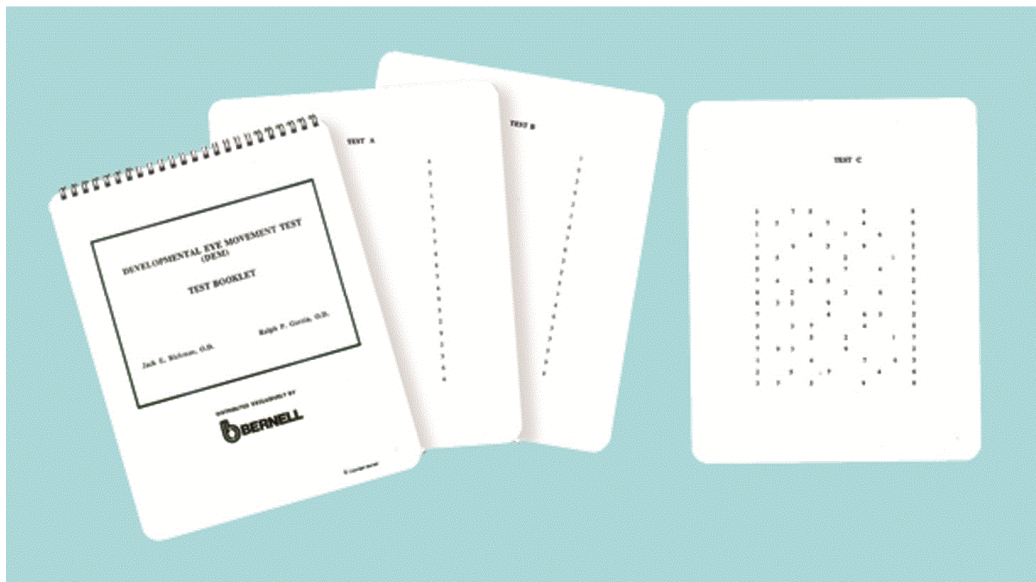


Figura 2.4: imatge on s'observen les diferents làmines del test DEM. (www.coivision.com)

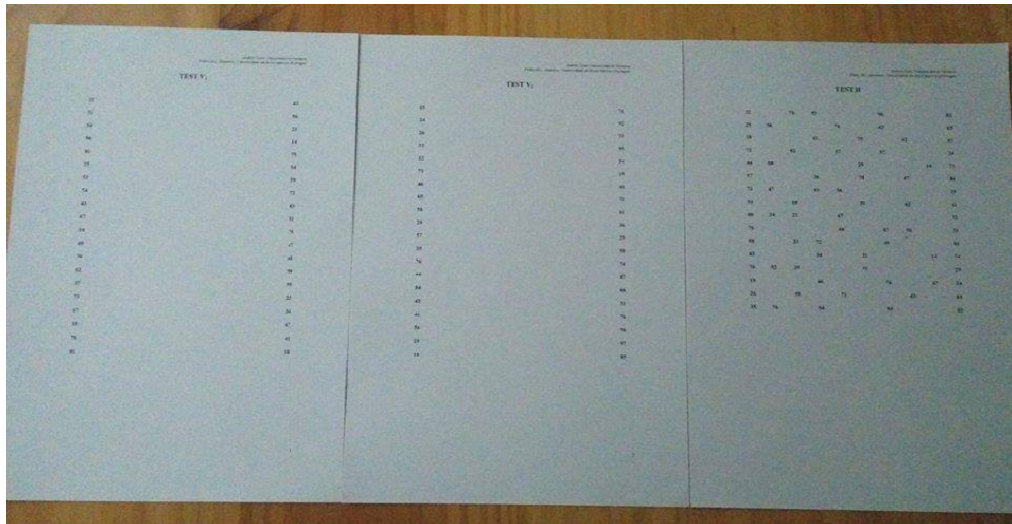


Figura 2.5: les tres làmines del test A-DEM.

El que haurem de fer és calcular el temps que tarda el pacient en dir totes les xifres que apareixen a la làmina sumant el temps del test V1 amb el test V2 per tal de poder obtenir el temps vertical final brut. Per tal d'obtenir el temps net haurem de tenir en compte quantes omissions i quantes addicions ha comés i calcular-lo mitjançant la següent fórmula:

$$ADJ = \text{temps (s)} \times \frac{80}{80 - o + a}; \text{ on } o \text{ són les omissions i } a \text{ les addicions}$$

Després trobem una tercera làmina H que consta de 80 números disposats horitzontalment, aquesta consta de 16 línies amb 5 números cadascuna on trobem un espai interespaiat diferent entre els números per tal de crear una semblança amb els moviments oculars reals durant la lectura d'un text. També haurem de contabilitzar el temps emprat per dir tots els números i tenir en compte el nombre d'omissions i d'addicions que s'han realitzat. Finalment calcular el temps horitzontal net mitjançant la mateixa fórmula ADJ.

Un cop obtenim el temps net tant horitzontal com vertical el que hem de fer és calcular el rati que el que vol és fer una comparació de la velocitat d'execució dels moviments sacàdics de petita amplitud verticals i horitzontals. S'utilitza principalment per tal de poder detectar simptomatologia de disfuncions oculomotors. El calcularem mitjançant la següent fórmula:

$$R = \frac{ADJ \text{ horitzontal}}{ADJ \text{ vertical}}$$

Tenint en compte que la lectura horitzontal té una major component sacàdica que la lectura vertical, el rati sempre ens sortirà igual o superior a 1.

A partir dels resultats obtinguts podem trobar diferents taules que ens mostren quins són els valors de normalitat en les diferents franges d'edat, en el nostre cas podem englobar els valors de normalitat en les edats que ens mostra la taula 2.10:

Edad	Tiempo Vertical		Tiempo horizontal		Ratio (H/V)	
	Media ± sd		Media ± sd		Media ± sd	
14 – 18	50,50 ± 8,64		51,21 ± 12,85		1,01 ± 0,10	
19 – 23	45,23 ± 6,60		49,93 ± 8,23		1,08 ± 0,12	
24 – 28	44,93 ± 7,22		47,63 ± 7,32		1,06 ± 0,13	

TAULA 2.10: ens mostra una part dels valors de normalitat del A-DEM segons l'edat.

Un cop observem si els resultats obtinguts estan o no dins la normalitat i segons el valor de rati que hem obtingut podem fer una interpretació clínica i distingir quatre tipologies per tal de poder classificar els diferents resultats obtinguts. En la taula 2.11 es mostra un resum de les diferents tipologies segons els valors de normalitat del temps vertical, l'horitzontal i el rati.

Temps vertical	Temps horitzontal	Rati	Tipologia
Normal	Normal	Normal	Tipus I
Normal	Elevat	Elevat	Tipus II
Elevat	Elevat	Normal	Tipus III
Elevat	Molt elevat	Elevat	Tipus IV

TAULA 2.11: ens mostra la tipologia que donem al A-DEM segons el temps vertical, horitzontal i el rati.

- **Tipus I:** el temps vertical i el temps horitzontal estan dins dels valors de normalitat necessaris per a la seva edat i ens surt un valor de rati molt semblant a 1. Per tant el pacient presenta unes bones habilitats oculomotores fines necessàries per la lectura.
- **Tipus II:** en aquest cas trobem que el temps vertical es troba dins dels valors de normalitat però el temps horitzontal és major, a l'hora de calcular el rati ens sortirà un valor elevat. Això ens informa de que el pacient té dificultats en les habilitats oculomotores fines necessàries per la lectura.
- **Tipus III:** podem observar que tant el temps vertical com el temps horitzontal són elevats, per tant a l'hora de calcular el rati ens sortirà que es troba dins dels valors de normalitat. Podem concloure que el pacient presenta dificultats en el reconeixement,

expressió i altres aspectes fonològics però també ens diu que no existeix dificultat en les habilitats oculomotores fines necessàries per la lectura.

- **Tipus IV:** en aquest cas trobem un valor elevat de temps vertical i un valor molt superior als valors de normalitat horitzontals, a l'hora de calcular el valor del rati també ens surt un valor elevat. A partir d'aquests resultats obtinguts podem interpretar que hi ha dificultat de reconeixement, expressió i altres aspectes fonològics, però també podem interpretar que existeixen dificultats associades a les habilitats oculomotores fines necessàries per la lectura.

2.4.5. Visual Tracing Test (VTT-Groffman)

És un test dissenyat per Groffman, S l'any 1996. El seu objectiu és avaluar els moviments de seguiment. Serveix per avaluar l'habilitat oculomotora dels pacient, no utilitza factors de llenguatge tot i que si que estimula l'activitat lectora. En aquest cas és aplicable per totes les edats. Aquest test ens dona la possibilitat d'examinar el comportament del pacient durant l'avaluació de la coordinació oculomotora, si observem que existeix un excessiu moviment de cap o cos podem arribar a la conclusió que pot existir un problema oculomotor.

Consisteix en 5 làmines d'una mida de 81/2"x11" que contenen diferents línies que es creuen entre elles. Comencen a la part esquerra de la làmina amb un número i continuen entortolligant-se aleatòriament al llarg del test fins a arribar a un dibuix en concret situat a la part dreta de la làmina. La tasca del pacient és seguir la línia des del principi fins al final de la forma més ràpida possible sense utilitzar l'ajuda d'un bolígraf, el dit o el moviment del cap. En aquest cas no trobem ni falsos camins ni trampes sense sortida, per tant podem dir que la tasca no requereix cap tipus de planificació ni estratègia.



Figura 2.6: observem les 5 làmines del test.

Cada làmina conté una puntuació individual. En cas de que el pacient arribi a un punt incorrecte sempre donarem una puntuació de 0 sense tenir en compte el temps emprat per tal de realitzar la tasca. També donarem una puntuació de 0 si el pacient ha arribat al lloc correcte però s'ha ajudat mitjançant el dit o el moviment del cap. En cas de que arribi al destí correcte donarem una puntuació segons l'escala de temps de la taula 2.12.

Temps (segons)	Puntuació
<10	10
11 – 15	9
16 – 20	8
21 – 25	7
26 – 30	6
31 – 35	5
36 – 40	4
41 – 45	3
46 – 50	2
51 – 60	1
> 60	0

TAULA 2.12: ens mostra la puntuació que donarem a cada làmina segons el temps utilitzat.

Un cop hem avaluat totes les làmines, hem de sumar tots els resultats obtinguts i fer una comparació dels valors de normalitat segons l'edat del pacient seguint la taula 2.13.

Edat	Mitjana \pm sd
6,0 – 6,11	23,43 \pm 10,56
7,0 – 7,11	26,88 \pm 9,74
8,0 – 8,11	33,50 \pm 8,81
9,0 – 9,11	36,11 \pm 9,23
10,0 – 10,11	37,12 \pm 9,48
11,0 – 11,11	39,45 \pm 10,3
> 12	41,84 \pm 9,79

TAULA 2.13: valors de normalitat del Groffman segons l'edat.

A la taula 2.13 observem els valors de normalitat per edats compreses entre 6 i 12 anys ja que són les edats per les quals esta dissenyat principalment aquest test. El que busquem en el

nostre estudi és que els valors obtinguts per els diferents estudiants siguin majors que els resultats que es mostren a la taula 2.13 ja que esperem que no hi hagi problemes en els moviments de seguiment i en la coordinació oculomotora.

A partir d'aquests valors de normalitat observats a la taula 2.13 podem dir que si els valors són inferiors a la mitjana, el pacient presenta problemes en la coordinació oculomotora en moviments de seguiment i si són superiors podem dir que el pacient presenta una bona coordinació oculomotora.

2.5. Repetibilitat de mesures

La repetibilitat de mesures ens serveix per poder valorar si una prova és suficientment fiable per tal de que pugui ser avaluada i és important conèixer si s'està induint algun error sistemàtic a l'hora de realitzar les mesures. Aquest error pot ser degut tant al instrument que utilitzem per realitzar les mesures com a la metodologia del examinador a l'hora de realitzar les proves, per el que un error podria implicar ambdós a la vegada (Carrasco et al., 2004)

Al realitzar diverses mesures amb les mateixes condicions, ja siguin en una mateixa sessió o en diverses sessions, els valors obtinguts han de mostrar un resultat molt similar per poder considerar que aquestes mesures són repetibles. (Cabezas et al., 2011).

Per poder valorar la repetibilitat de mesura és necessari que es compleixin algunes condicions com: (Cabezas et al., 2011)

- Ha de ser el mateix observador el que realitza les mesures.
- Hem d'utilitzar el mateix instrument de medició.
- Hi ha d'haver les mateixes condicions.
- S'han de realitzar en el mateix laboratori.

La repetibilitat pot ser expressada quantitativament, en funció de les característiques de dispersió dels resultats. Els factors que afecten a la repetibilitat són:

- La facilitat en prendre la mesura
- La mida del caràcter
- El rang de variació de la mesura
- El grau de precisió dels estris emprats

Per tal de que la repetibilitat d'una prova sigui alta, hem de tenir en compte que la diferència entre les mesures ha de ser la menor possible (Antona, 2010).

En el nostre estudi tindrem en compte la repetibilitat entre-examinadors que és la concordança de resultats entre diferents examinadors; la repetibilitat intra-examinador que valora la repetibilitat en un mateix examinador; i la repetibilitat intra-subjectes que ens relaciona si el pacient manté constants els seus resultats després de que se li realitzin les mateixes proves diferents vegades.

3. OBJECTIUS

En aquest apartat descriurem els objectius principals i secundaris en els quals es pretén arribar al finalitzar l'estudi.

El principal objectiu d'aquest treball és realitzar un estudi sobre la repetibilitat en la valoració dels moviments sacàdics i de seguiment mitjançant diferents mètodes clínics. En el nostre cas hem realitzat tres mètodes clínics diferents que són el Northstem State University College of Optometry (NSUCO), Visual Tracing Test (VTT-Groffman) i Adult Developmental Eye Movement test (A-DEM).

Primerament farem un estudi sobre la repetibilitat inter-observadors que ens determinarà si el test que estem utilitzant, que en aquest cas és el NSUCO, és vàlid sense tenir en compte qui és l'observador que l'avalua. En el nostre cas, hem avaluat el mateix registre 5 persones diferents.

Seguidament s'analitzarà la repetibilitat intra-observador, que serà només de la prova del NSUCO, que el que vol fer és observar si els resultats obtinguts per un mateix observador són iguals amb una setmana de diferència.

I finalment farem un estudi sobre la repetibilitat intra-subjecte que es determinarà comparant els resultats obtinguts de les 3 proves per un mateix subjecte en 3 sessions de mesura.

Amb aquets objectius es pretén conèixer quin o quins són els mètodes més repetitius i quins no ho són, per tal de facilitar la selecció de proves en la pràctica clínica.

4. METODOLOGIA

En aquest apartat es presenta el disseny de l'estudi, es descriuen quins han estat els criteris d'inclusió de la mostra estudiada i s'explica quin és el protocol que s'ha seguit a l'hora de realitzar les proves als subjectes.

4.1. Subjectes i criteris d'inclusió

La mostra seleccionada per realitzar aquest estudi ha estat una mostra de 42 estudiants de 3r curs del grau en Òptica i Optometria de Terrassa. Els requisits i les condicions que els subjectes havien de complir per tal de formar part de l'estudi són:

- Edat compresa entre 20 i 25 anys.
- Presentar una agudeses visual monocular en visió propera igual o superiora la unitat.
- Error refractiu compensat entre $-6.00/+6.00$ diòptries esfèriques i ≤ 3 diòptries cilíndriques.
- No presentar història d'ambliopia o estrabisme.
- No presentar història de patologia ocular.
- No haver estat sotmès a cap cirurgia ocular prèvia.
- Haver signat el consentiment informat.

4.2. Protocol de mesura

A continuació s'explicarà detalladament quin és el protocol de mesures de les diferents proves realitzades i quina instrumentació ha estat necessària per poder dur-les a terme.

El protocol seguit per obtenir els valors que posteriorment ens permetran dur a terme l'estudi sobre la repetibilitat és el següent:

Els subjectes que compleixen els criteris d'inclusió en primer lloc han de signar el consentiment informat (annex I) i tot seguit se'ls hi realitza una primera sessió de mesures que es du a terme en els laboratoris d'optometria de la Facultat d'Òptica i Optometria de Terrassa (FOOT) i una segona sessió de mesures que es realitza en els laboratoris de l'empresa Davalor a l'edifici GAIA del Campus de Terrassa de la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC). En cada una de les sessions es duen a terme les mateixes proves que són Adult Developmental Eye Movement test (A-DEM), Visual Tracing Test (VTT-Groffman) i el Northeastern State University College of Optometry (NSUCO), que s'han realitzat sempre en ordre aleatori.

Les fitxes d'anotació dels resultats de les mesures de les proves A-DEM i VTT-Groffman han estat dissenyades prèviament i en cada una s'indica el nom del examinador, el nom del subjecte, el número de la sessió i la data en que s'ha dut a terme. Un exemple de les fitxes es troba en l'Annex II. Els resultats obtinguts amb la prova del NSUCO s'han valorat després d'analitzar les gravacions realitzades.

A l'hora de realitzar les totes i cadascuna de les proves, vam tenir en compte:

- El pacient en tot moment ha d'estar en les seves condicions habituals en visió propera ja sigui amb ulleres, lents de contacte o res.
- La il·luminació de les proves és de 450-500lux.
- Les instruccions s'han donat de manera acurada en tot moment per tal de que els resultats siguin els més vàlids possibles.

4.2.1. Northeastern State University College of Optometry (NSUCO)

Per tal de la correcte realització de la prova el material necessari ha estat una càmera de vídeo, un trípode, un muntatge fet a mà per tal de poder tenir una guia a l'hora de fer els moviments sacàdics i de seguiment, dos pals de fixació mòbils i un metrònom.

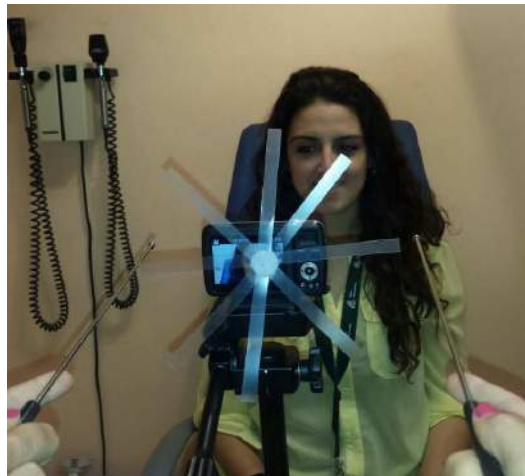


Figura 4.1: podem observar el material utilitzat per tal de poder realitzar la prova correctament.

El NSUCO serveix per fer una avaluació dels moviments sacàdics i de seguiment de gran amplitud d'una manera subjectiva. Prèviament a la gravació dels moviments oculars se li explica al pacient que primer de tot farem una avaluació dels moviments sacàdics que en aquest cas consisteix en canviar la fixació d'una bola a una altra cada cop que soni el metrònom, en aquest procediment es realitzaran 5 cicles i se li indica que ha de començar per

la bola de la seva esquerra. A continuació es farà una avaluació dels moviments de seguiment i l'únic que haurà de fer el pacient és mantenir la fixació a la bola en la realització de dues voltes en sentit horari i dues en sentit antihorari.



Figures 4.2 i 4.3: imatges on observem la metodologia emprada per realitzar la prova

Un cop hem realitzat la gravació s'analitzarà posteriorment mitjançant la puntuació explicada a l'apartat corresponent al marc teòric.

4.2.2. Adult Developmental Eye Movement test (A-DEM)

El material que s'ha utilitzat en l'execució d'aquesta prova ha estat un faristol, un cronòmetre i el test en qüestió. Per tal de poder realitzar correctament la prova ha estat necessari tenir una bona il·luminació en tot moment.

És un test que s'utilitza per valorar els moviments sacàdics de petita amplitud.

Se li explica al pacient que el test consta de 3 tipus de làmines (V1, V2 i H) on hi ha una sèrie de números exposats de diferents maneres i que ha de llegir-los tots en veu alta, el més ràpid possible, sense fer cap pausa i intentant de no equivocar-se. És molt important que no utilitzi el dit com a guia ni mogui el cap ni el cos per tal d'ajudar-se a l'hora de llegir, se li remarca que només ha de fer un moviment dels ulls.



Figura 4.4: podem observar el material utilitzat i les condicions adequades.

Posteriorment a l'explicació general de com s'ha de realitzar el test se li comenta que dintre de les 3 làmines podem diferenciar-ne dos tipus diferents:

- Les làmines V1 i V2 consten de dues columnes de vint números cada una on el pacient ha de dir els números de cada columna verticalment.
- La làmina H consta de setze línies de cinc números cada una, distribuïts en separacions no uniformes. En aquest cas els números s'han de llegir d'esquerra a dreta i línea per línea.

El que hem de controlar en aquest test és el temps que tarda el pacient en dir-nos els 80 números verticals (la làmina V1 més la làmina V2) i el temps que pacient tarda en dir-nos els 80 números disposats horitzontalment de la làmina H. Al llarg de la prova hem de tenir cura de si a l'hora de llegir els números el pacient realitza alguna omissió o alguna repetició ja que després haurem de calcular el temps net real per tal de poder calcular el rati i dir a quina tipologia pertany.

4.2.3. Visual Tracing Test (VTT-Groffman)

Per poder dur a terme la següent prova, és necessari tenir un faristol, un cronòmetre i el test VTT corresponent. Cal remarcar que en aquest cas també és molt necessària una bona il·luminació.

Aquest test s'utilitza per avaluar les habilitats oculomotores de seguiment i la coordinació d'aquestes.

Se li ensenya al pacient, a través de dues làmines de mostra, que la prova consisteix en seguir un camí que comença en un número i arriba fins a una il·lustració. Se li comenta que en cas que hi hagi un creuament entre els camins ha de seguir sempre el camí més lògic. I és

imprescindible dir-li que no pot ajudar-se ni amb el moviment del cap i del cos ni resseguint el camí amb el dit.



Figura 4.5: podem observar el material utilitzat i les condicions adequades.

El test en qüestió consta de les dues làmines de mostra que se li ensenyen al pacient per tal de que pugui entendre la realització de la prova i de cinc làmines més que són les que haurem de controlar el temps que tarda en dir-nos on arriba el camí numero 1 en tots els casos. Aquestes cinc làmines estan ordenades de manera creixent en dificultat i un cop finalitza la prova haurem de valorar quina puntuació donem a cada làmina segons el temps que ha tardat en dir-nos quin és el destí final.

5. PRINCIPIS ÈTICS EN LA REALITZACIÓ D'ESTUDIS EXPERIMENTALS

A l'hora de realitzar un treball d'investigació hem de conèixer certs aspectes formals, és a dir, saber quins són els requisits ètics, legals i jurídics. A més a més, sabem que tot treball realitzat amb éssers humans sempre té la finalitat de millorar algun factor, com ara aspectes de diagnòstic, terapèutic o de millora de la comprensió de l'etiologia i patogènesis de determinades condicions.

A la declaració de Hèlsinki de l'Associació Mèdica Mundial (AMM) podem trobar les implicacions ètiques i legals de la protecció de dades. La investigació mèdica està lligada a normes ètiques que serveixen per promoure el respecte a tots els éssers humans i per protegir la seva salut i els seus drets.

Pel que fa a la protecció de dades, hem seguit la Llei Orgànica 15/1999 de 13 de desembre, de protecció de dades de caràcter personal i la normativa que la desenvolupa, juntament amb la llei 41/2002, del 14 de novembre, bàsica reguladora de l'autonomia del pacient i de drets i obligacions en matèria d'informació i documentació clínica, que contenen les directrius que s'han de seguir per fer efectiu el deure del secret.

6. RESULTATS I DISCUSSIÓ

En aquest apartat es mostren els resultats obtinguts seguint la metodologia descrita anteriorment.

6.1. Anàlisi de repetibilitat

A continuació farem un anàlisi sobre la repetibilitat des de diferents punts de vista. Primerament farem una anàlisi inter-observadors, seguidament en farem un d'intra-observadors i finalitzarem aquest apartat fent un anàlisi intra-subjecte i amb la corresponent discussió de les proves.

6.1.1. Anàlisi inter-observadors

Un anàlisi inter-observadors és un anàlisi en el qual es realitza una comparació entre diferents observadors que analitzen un mateix test, en el nostre cas tenim 5 observadors que el que fan és analitzar la gravació del test NSUCO.

ANOVA de un factor

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
SAC_TOTAL	Inter-grupos	11,454	4	2,863	3,964	,004
	Intra-grupos	285,336	395	,722		
	Total	296,790	399			
SEG_TOTAL	Inter-grupos	70,019	4	17,505	14,436	,000
	Intra-grupos	478,978	395	1,213		
	Total	548,998	399			

Taula 6.1: es mostra l'ANOVA d'un factor.

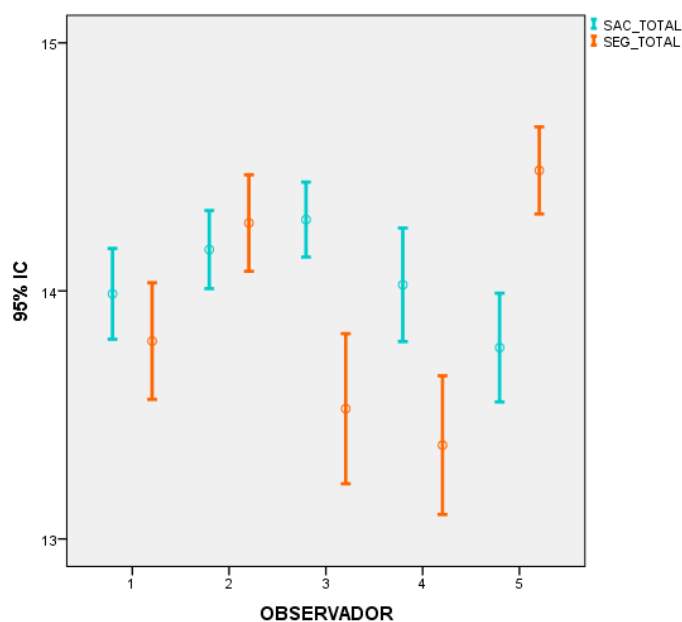
Un cop realitzada una ANOVA d'un factor podem dir, tot observant la taula 6.1, que existeixen diferències estadísticament significatives en el cas dels moviments sacàdics i de seguiment ja que estem obtenint un *p-valor* menor a 0.05. Això vol dir que trobem diferències prou significatives entre els diferents examinadors i podem afirmar que depenent de l'observador que analitzi la prova podem obtenir un resultat diferent. Per saber quin és l'observador que discrepa sobre la resta, fem una prova de post-hoc de Bonferroni, on mostrem els resultats de obtinguts d'una manera més gràfica en les taules 6.2 i 6.3.

SACÀDICS	Observador1	Observador2	Observador3	Observador4	Observador5
Observador1		✓	✓	✓	✓
Observador2			✓	✓	✗
Observador3				✓	✗
Observador4					✓
Observador5					

Taula 6.2: resultat de Bonferroni on comparem els observadors entre ells al analitzar els moviments sacàdics.

SEGUIMENTS	Observador1	Observador2	Observador3	Observador4	Observador5
Observador1		✓	✓	✓	✗
Observador2			✗	✗	✓
Observador3				✓	✗
Observador4					✗
Observador5					

Taula 6.3: resultat de Bonferroni on comparem els observadors entre ells al analitzar els moviments de seguiment.



Gràfic 6.1: gràfic de barres d'error que ens mostra els resultats obtinguts pels diferents observadors en el cas dels moviments sacàdics i dels seguiments. Blau=moviments sacàdics. Taronja= moviments de seguiment.

Podem dir que en el cas de l'observador 5 hi ha discrepàncies tant en moviments sacàdics com de seguiment amb dos o més observadors i en el cas de l'observador 2 trobem que hi ha discrepàncies amb dos observadors en el cas dels moviments de seguiment.

Un cop analitzats els resultats estadístics podem fer una comparació clínica, en el cas dels moviments sacàdics les diferències trobades no són clínicament significatives ja que els valors varien en un punt de la puntuació total. En canvi, en els moviments de seguiment si que trobem que aquestes diferències estadístiques són clínicament significatives ja que els resultats obtinguts varien amb més d'un punt i amb més d'un observador.

Un cop hem obtingut els resultats del nostre estudi, podem comparar-los amb un estudi fet per Maples l'any 1988. Aquest estudi es basa en fer un anàlisi inter-observador, es fan dues valoracions de les proves realitzades a 21 estudiants amb una separació d'un mes. D'aquesta manera s'arriba a la conclusió de que hi ha un 87% de fiabilitat en els resultats obtinguts ja que més de tres quartes parts dels observadors estan d'acord amb els resultats obtinguts.

5.2. Anàlisi intra-observadors

Un anàlisi intra-observadors és un anàlisi de repetibilitat que es realitza en un mateix observador. En el nostre cas un mateix observador ha avaluat la mateixa prova del NSUCO dues vegades amb una diferència entre elles de com a mínim una setmana.

Després de realitzar l'estadística corresponent mitjançant una ANOVA d'un factor podem dir que no hi ha diferències en la repetibilitat intra-observadors ni per moviments sacàdics ni de seguiment ja que en tots els casos obtenim un $p\text{-valor} < 0.05$ i, per tant, podem arribar a la conclusió que la repetibilitat és bona amb tots els observadors.

5.3. Anàlisi intra-subjecte

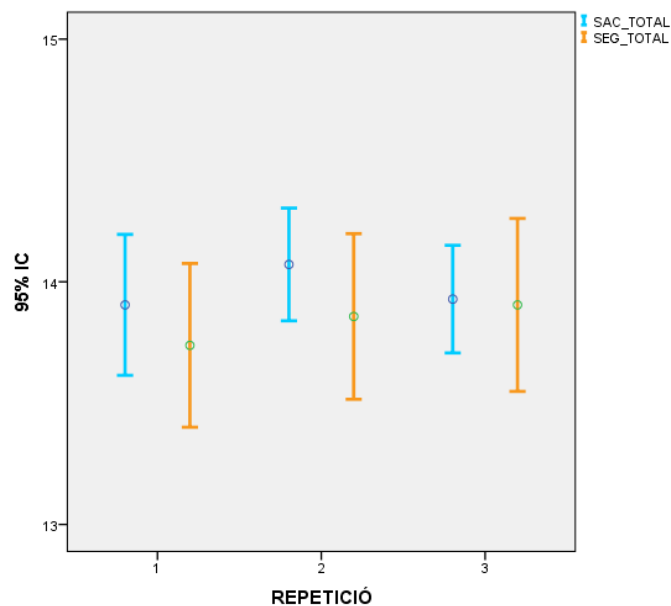
Un anàlisi intra-subjecte és aquell anàlisi que es realitza executant una prova en un mateix subjecte diferents vegades sense canviar les condicions. En el nostre cas el que hem fet ha estat realitzar tres repeticions de les proves del NSUCO, VTT-Groffman i A-DEM.

Per tal de poder realitzar el següent anàlisi ho fem mitjançant la t-student, aquest mètode permet comparar els resultats obtinguts entre dues mostres relacionades, és a dir, els mateixos subjectes són exposats a una sèrie de proves amb el fi de controlar el seu efecte.

També volem observar quina és la correlació entre les variables, i ho farem mitjançant el coeficient de Pearson. És un mètode utilitzat per quantificar el grau de relació o associació entre dos mètodes de mesura, aquest coeficient oscil·la entre -1 i +1. Quan aquest valor és més proper a ± 1 la correlació que existeix entre els dos mètodes és més bona, no obstant aquest valor no és un bon indicador de la repetibilitat ja que encara que sigui proper a ± 1 , la dispersió de punts pot ser que estigui desplaçada.

Farem una comparació entre les 3 repeticions per tal de veure quin són els valors de repetibilitat obtinguts i per poder observar si la hipòtesi nul·la es compleix, que en aquest cas seria que no existeix un efecte aprenentatge en la realització dels diferents tests.

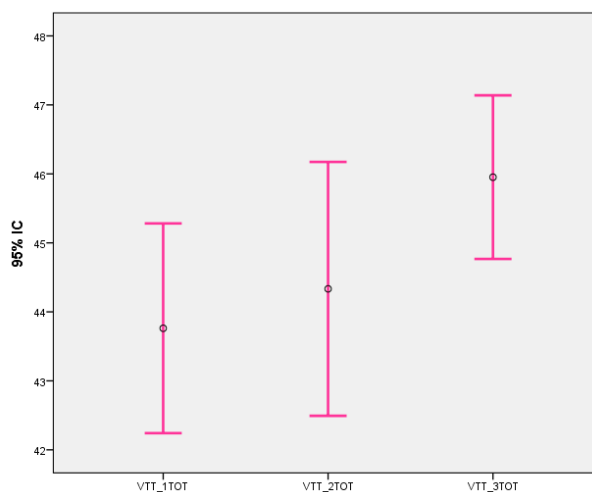
En el cas del **NSUCO**, no hem trobat diferències estadísticament significatives ($p > 0.05$) ni en moviments sacàdics ni en seguiments al comparar les tres repeticions, i per tant podem dir que no hi ha prou evidències per descartar la hipòtesi nul·la. Podem concloure que no existeix un efecte aprenentatge.



Gràfic 6.2: barres d'error per representar les diferències entre les tres repeticions del NSUCO tant de sacàdics com de seguiments. Blau=moviments sacàdics, Taronja= moviments de seguiment.

En el cas del **VTT-Groffman**, observem que els valors obtinguts també són força semblants i mitjançant el valor de significació obtingut ($p > 0.05$) podem dir que no hi ha prou evidències per tal de descartar la hipòtesi nul·la i per tant, no hi ha efecte aprenentatge.

Les mitjanes que hem obtingut i la desviació estàndard en les diferents punotacions han estat: en el cas de la primera repetició 43.76 ± 4.87 , en la segona repetició 44.33 ± 5.9 i en la tercera repetició 45.95 ± 3.8 .



Gràfic 6.3: barres d'error per representar les diferències entre les tres repeticions del VTT-Groffman.

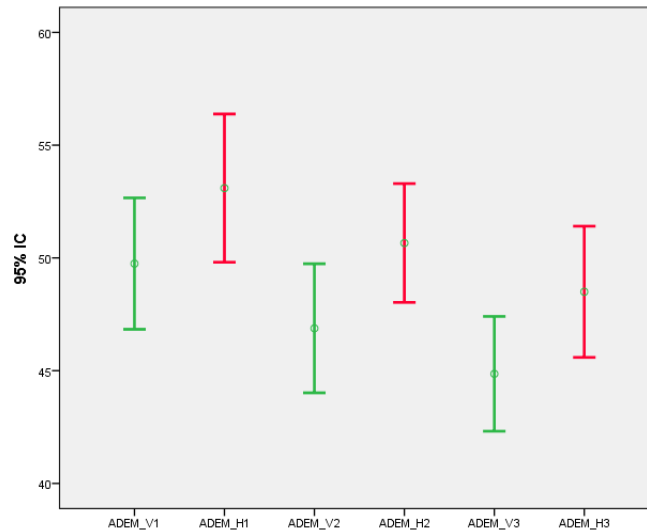
En aquest cas, no hem trobat cap article que des una comparació sobre la repetibilitat de la prova VTT-Groffman.

Anem a parlar del cas del test **A-DEM**, a la taula 6.4 podem observar els valors més rellevants per tal de poder analitzar la repetibilitat del test.

	Repetició 1 vs 2	Repetició 2 vs 3	Repetició 1 vs 3
Temps vertical (s)	Mitjana = 2.86 p < 0.01 r Pearson = 0.903	Mitjana = 2.019 p < 0.01 r Pearson = 0.000	Mitjana = 4.888 p < 0.01 r Pearson = 0.903
Temps horitzontal (s)	Mitjana = 2.43 p=0.028 r Pearson = 0.000	Mitjana = 2.163 p=0.015 r Pearson = 0.000	Mitjana = 4.597 p < 0.01 r Pearson = 0.878
Rati	Mitjana = 0.00001 p= 1.000 r Pearson = 0.167	Mitjana = -0.012 p=0.743 r Pearson = -0.064	Mitjana = -0.012 p=0.463 r Pearson = 0.011

Taula 6.4: taula on es mostren els valors de la mitjana, el valor de significació calculats mitjançant la t de student i també es mostra el coeficient de correlació de Pearson.

Tot mirant la taula 6.4 veiem que ens surt una diferència de temps positiva, això vol dir que el temps disminueix a mesura que anem repetint la prova, i mitjançant aquesta diferència i amb el valor de significació $p < 0.05$, podem concloure que hi ha prou evidències per poder descartar la hipòtesi nul·la i per tant si que observem que hi ha un efecte aprenentatge. Amb les tres repeticions que nosaltres hem realitzat no trobem cap punt d'estabilitat en el temps, ni vertical ni horitzontal.



Gràfic 6.4: barres d'error per representar les diferències entre les tres repeticions del temps vertical i horitzontal del A-DEM. Verd= temps vertical, vermell= temps horitzontal.

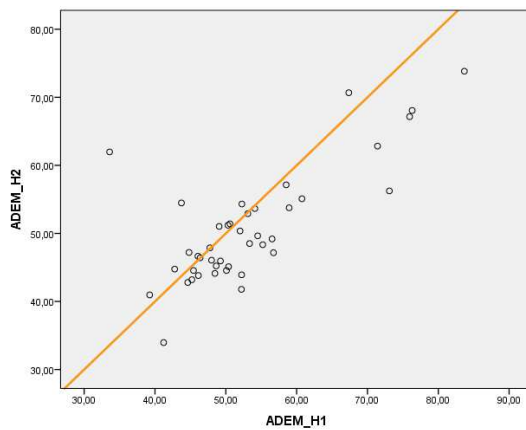
En el cas de la repetibilitat de la tipologia, podem dir que principalment la tipologia no varia al fer les repeticions, ja que només observem una millora en 3 dels 42 casos. Aquesta millora s'ha realitzat de la primera a la segona repetició i sempre es passa a una tipologia més bona.

Actualment no hi ha estudis sobre la repetibilitat del test A-DEM, però com que els dos tests segueixen una mateixa tipologia i un mateix esquema podem comparar els resultats obtinguts. Podem comparar el nostre estudi amb els resultats d'Orlansky l'any 2011. En aquest cas, Orlansky va fer un estudi sobre la repetibilitat del DEM a 181 nens entre 6-11 anys. Va trobar que el valor dels temps, tant vertical com horitzontal, milloraven a mesura que es realitzaven les repeticions degut al efecte aprenentatge. També va trobar que el rati i el nombre d'errors realitzat millorava, però en menor proporció, ja que un 47% de nens que milloren el rati es queden dins el mateix rang de valoracions passa/falla.

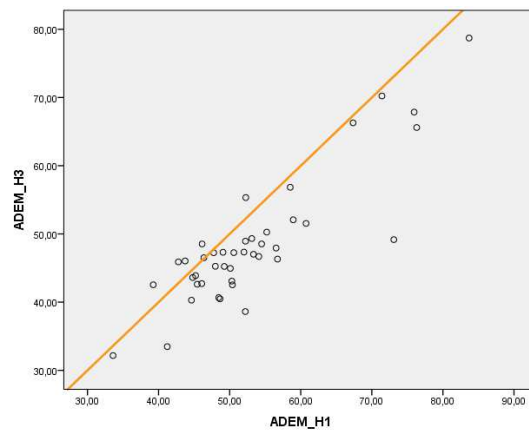
També podem fer una comparació amb Rouse et al, que l'any 2004 va realitzar un estudi a 30 nens de 8 anys, i va trobar que els temps vertical i horitzontal milloraven al fer la segona sessió i en canvi el rati calculat sempre era constant.

En canvi, Tassimari and DeLand (2005) van realitzar un estudi a 66 nens entre 7 i 14 anys i van concloure que el test és una prova clínica força fiable per realitzar teràpia visual per tal de millorar les habilitats oculomotores, però que les variables d'errors i rati donaven resultats poc fiables.

Per corroborar gràficament les elevades correlacions creem les gràfiques 6.5 i 6.6 com a exemple agafem el temps horitzontal, on podem observar que existeix una millora sistemàtica amb el temps a mesura que realitzem les repeticions. Els punts que es troben per sota de la línia de color taronja ($y=x$) ve a dir que existeix una millora en el temps de la repetició 1 respecte la repetició 2 (gràfica 6.5) o respecte la repetició 3 (gràfica 6.6).

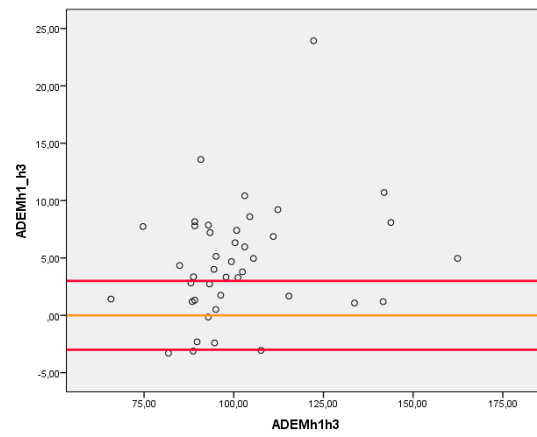
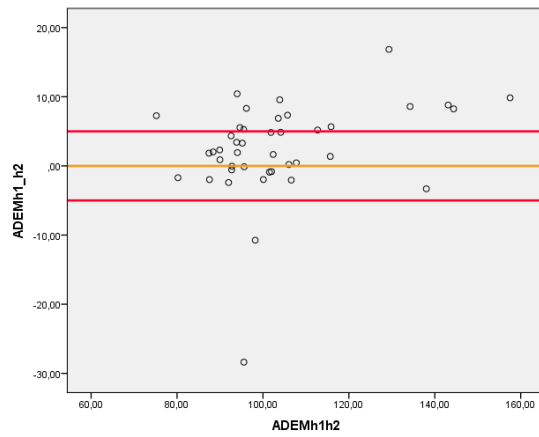


Gràfica 6.5: gràfic de dispersió de punts on podem observar les diferències del temps horitzontal entre la repetició 1 i la 2.



Gràfica 6.6: gràfic de dispersió de punts on podem observar les diferències del temps horitzontal entre la repetició 1 i la 3.

Les gràfiques Bland&Altman es basen en una representació gràfica de punts, on trobem una línia que representa la diferència promig entre les dues mesures i dues línies superiors i inferiors que representen el interval de confiança (IC) d'aquesta diferència, que està definit com $\pm 1.96 \times Sd$ de la diferència. En el nostre cas farem un exemple d'una gràfica per tal de calcular la diferència que existeix entre la valoració del temps horitzontal entre les repeticions 1 i 2 (gràfica 6.7) i entre les repeticions 1 i 3 (gràfica 6.8). En cas de que els resultats obtinguts no estiguin dins dels marges de IC podem dir que hi ha diferències prou significatives entre els resultats.



Gràfica 6.7: gràfica Bland&Altman del temps horitzontal entre les repeticions 1 i 2.

Gràfica 6.8: gràfica Bland&Altman del temps horitzontal entre les repeticions 1 i 3.

Línia taronja= línia de promig entre les dues mesures. Línies vermelles= dins del interval de confiança.

7. CONCLUSIONS

A continuació farem una síntesi dels aspectes més rellevants en els quals hem arribat després de realitzar el treball.

- Quan analitzem la repetibilitat inter-observadors en la prova del NSUCO tant de moviments sacàdics com de seguiments, podem concloure que diferents observadors de la mateixa prova poden donar puntuacions diferents. No obstant pensem que la diferència trobada no és clínicament significativa en el cas dels moviments sacàdics, però sí que ho pot ser en els moviments de seguiment.
- Quan analitzem la repetibilitat intra-observador en la prova del NSUCO tant de moviments sacàdics com de seguiments, observem que existeix una molt bona repetibilitat ja que la valoració donada per un observador no varia quan la torna a valorar passat una setmana.
- En el cas del test NSUCO, quan analitzem la repetibilitat intra-subjecte, podem concloure, tal i com era d'esperar, que no existeixen diferències estadística ni clínicament significatives ni en els moviments sacàdics ni en els de seguiment.
- En el cas del test VTT-Groffman, podem concloure que no hi ha diferències significatives ni estadística ni clínicament parlant a mesura que repetim el test.
- En el cas del test A-DEM, observem que disminueix tant el temps vertical com el temps horitzontal a mesura que repetim la prova, però no trobem quin és el punt d'estabilitat del temps amb les tres repeticions realitzades on puguem dir que aquest efecte aprenentatge ja s'ha assolit. La importància clínica d'aquests resultats és que en el cas de realitzar una teràpia visual hem de tenir en compte que la millora inicial pot ser deguda a un efecte aprenentatge per la baixa repetibilitat d'aquests paràmetres i no en una millora de les habilitats oculomotores.
- Continuem parlant del A-DEM, veiem que el rati entre el temps horitzontal i el vertical mostra una bona repetibilitat ja que no es veu afectat per aquest efecte aprenentatge. Això ens permet apuntar que si ens fixem en aquesta variable, sí que podríem fer un bon seguiment en cas de voler valorar l'efecte d'una teràpia visual per millorar les habilitats oculomotores.
- I també en el cas de la prova A-DEM, hem vist que la tipologia varia només en un 7.15% dels casos, aquesta millora sempre es dona en la segona repetició realitzada. Hem de tenir en compte que en aquest estudi la majoria de subjectes són de la

tipologia I, i per tant seria necessari observar si aquest efecte millora en cas de tenir més subjectes amb les tipologies II i IV.

8. BIBLIOGRAFIA

W.C. Maples, O.D. 1988. Interrater and test-retest reliability of pursuits and saccades: Journal of the American Optometric Association.

Luis Enrique Llamosa, 2007. Study of repeatability and reproducibility using the method of averages and ranges for the insurance of the quality of the results of calibration of agreement with the technical norm NTC-ISO/IEC 17025: Universidad Tecnológica de Pereira.

ULRICH ETTINGE, 2003. Reliability of smooth pursuit, fixation, and saccadic eye movements: Society of Psychophysiological Research.

Gale Orlansky, 2011. Reliability of the Developmental Eye Movement Test: Optometry and Vision Science.

Beatriz Antona Peñalva, 2010. Fiabilidad intra-examinador y concordancia de pruebas clínicas de evaluación de la visión binocular: Universidad Complutense de Madrid.

Jaime Latour, 1997. Las mediciones clínicas en cardiología: validez y errores de medición: Revista española de Cardiología, VOL.50, NÚM. 2.

Sidney Groffman, O.D., 1996. Visual Tracing Instruction Manual: Keystone View Company.

Héctor Esparza, Melissa Paola García, 2014. Desarrollo de la eficiencia visual: <http://medicosenformacion7.tripod.com>

Sara Díaz, Antonio Gómez, Celia Jiménez, M^a del Pilar Martínez, 2004. Bases optométricas para una lectura eficaz.

Manuel Rodríguez Vallejo, 2010. Evaluación de los movimientos oculares sacádicos mediante un videojuego de entrenamiento de motilidad ocular: Gaceta Óptica.

Janet M. Powell, Ph. D., OT, 2006. A comparison of the Developmental Eye Movement test (DEM) and a modified version of the Adult Developmental Eye Movement Test (A-DEM) with older adults: Journal of Behavioral Optometry.

Marc B. Taub, Stephanie Rowe and Mary Bartuccio, 2006. Examining special populations: Challenging work for the optometrist.

W. C. Maples, O.D., 1990. Comparison of eye movement skills between above average and below average readers: Journal of Behavioral Optometry.

Gabriela García, 2010. Caracterización de problemas motores en niños de 6 a 14 años en la escuela primaria Cuauhtémoc del municipio de Tenago del Aire: Centro interdisciplinario de ciencias de la salud U.M.A.

W.C. Maples, O.D., 1992. Northeastern State University College of optometry's Oculomotor Norms: Journal of Behavioral Optometry.

W.C. Maples, O.D., 1995. NUSCO oculomotor test: Optometric Extension Program.

Timothy C.Hain, M.D., 1997. Background and Technique of Ocular Motility Testing.

Andrés Gené Sampedro, O.D., 2003. The Adult Developmental Eye Movement Test (A-DEM): Journal of Behavioral Optometry.

Richard V Abadi, 2006. Vision and eye movements: Clinical and Experimental Optometry.

Andreas Hartwig, 2013. Binocular Saccades in Myopes and Emmetropes: Optometry and Vision Science, Vol. 90., No. 9.

S.N. Yang, 2001. Eye movements during reading: a theory of saccade initiation times: Pergamon.

Tomohito Okumura, 2008. Computerized Saccadic Eye Movement Therapy to Improve Oculomotor Control during Reading and Reading Rate in Adult Japanese Readers: Pacific University CommonKnowledge.

W.B. Cushman, 1984. Characteristics of smooth eye movements with stabilized targets: Pergamon Press.

Qing Yang, 2002. The latency of saccades, vergence and combined eye movements in children and in adults: Investigate Ophthalmology & Visual Science.

Doris I. Braun, 2010. Localization of speed differences of context stimuli during fixation and smooth pursuit eye movements: Science Direct.

Susan J. Wilson, 1993. Saccadic eye movement parameters in normal subjects: Electroencephalography and clinical Neurophysiology.

Simon P. Liversedge, Ian D. Gilchrist and Stefan Everling, 2011. The Oxford handbook of eye movements: Oxford University Press.

Gunter K. von Noorden, MD and Emilio C. Campos, MD, 2002. Binocular vision and ocular motility: Mosby.

Alfred L. Yarbus, 1967. Eye movements and vision: Plenum press.

Annex I: informació i consentiment informat

INFORMACIÓ

Estudi sobre la concordança de resultats i la repetibilitat de diferents mètodes per a la mesura de variables de binocularitat i acomodació ocular.

Objectiu de l'estudi:

Participarà en un estudi sobre la repetibilitat i concordança de resultats en la mesura de diferents variables de la funció acomodativa i binocular en VP. El tractament d'aquests resultats també formarà part d'uns Treballs Acadèmics Dirigits realitzats per diferents estudiants del darrer curs de títol de Grau en Òptica i Optometria, a la FOOT.

Ha estat seleccionat com a possible participant d'aquest estudi donat que compleix els requisits que es demanen dins del protocol establert.

Condicions de l'estudi:

La prova estarà formada per un seguit de mesures que es duran a terme en dues sessions. És realitzaran a les instal·lacions de la FOOT, sense interferir en l'horari de classes.

No s'ha detectat cap tipus de risc en la realització de cap de les mesures ja que, en tot els casos, s'utilitzen tècniques no invasives.

Per qualsevol dubte o problema pot posar-se en contacte amb:
garciaispertm@gmail.com

CONSENTIMENT INFORMAT

En/Na _____ amb DNI núm. _____ i _____ anys d'edat, amb domicili a _____ província de _____, manifesto que he sigut informat per _____ sobre els detalls dels treballs que es realitzen en el marc del **“Estudi sobre la concordança de resultats i la repetibilitat de diferents mètodes per a la mesura de variables de binocularitat i acomodació ocular.”**

La meva decisió de participar en l'estudi és voluntària i els resultats que s'obtinguin els podré utilitzar en la realització de les meves tasques acadèmiques.

Declaro que tots els meus dubtes i preguntes han sigut aclarits, que he entès tota la informació que se m'ha proporcionat. Per això, dono el meu consentiment per a participar en l'estudi. Estic d'acord en què les meves dades relatives a aquest estudi siguin guardades, processades electrònicament i transmeses, pel qual dono el meu consentiment per què es reveli la informació necessària recollida durant l'estudi per a què pugui ser processada i difosa a la comunitat científica, sense que en cap moment sigui revelada la meua identitat, ja que entenc que els meus drets de confidencialitat queden protegits.

En _____, a _____ de _____ de _____

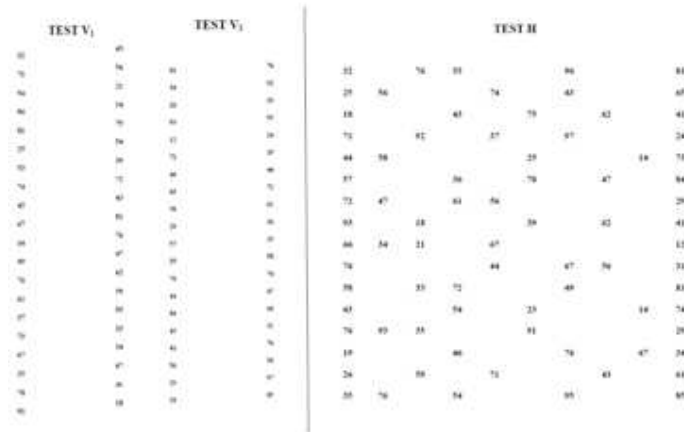
Firma del pacient

Firma del investigador

Annex II: fitxes anotació

ADEM

Nom pacient: _____ N° Pacient: _____
 Edat: _____ Mascullí
 Examinador: _____ Femení Dia: _____
 Observacions: _____



	TEMPS BRUT	TEMPS NET	NORMA (19-23 anys)	NORMA (24-28 anys)
Tv			45.23 ± 6.60	44.93 ± 7.22
\overline{D}			49.93 ± 8.23	47.63 ± 7.32
R			1.08 ± 0.12	1.08 ± 0.13
Tipologia				

VISUAL TRACING TEST

Nom pacient: _____ N° pacient: _____
 Edat: _____ Mascullí: Escola: _____
 Examinador: _____ Femení: Dia: _____
 Observacions: _____

Test VTT				
Làmina	Resposta correcta	Resposta	Temps (s)	Puntuació
1				
2				
3				
4				
5				
Puntuació Total				

T(s)	Puntuació
<10	10
11-15	9
16-20	8
21-25	7
26-30	6
31-35	5
36-40	4
41-45	3
46-50	2
51-60	1
>60	0

Valors	Normalitat	
8.0-8.11	33.50 ± 8.81	42.31
9.0-9.11	36.11 ± 9.23	45.34
		26.88