

## L'utilizzo degli exergames in educazione fisica per il potenziamento delle abilità di equilibrio in bambini della scuola primaria

Francesco Sgrò • Università degli Studi di Enna "Kore" - francesco.sgro@unikore.it  
 Matteo Barresi • Università degli Studi di Cassino - matteobarresi30@gmail.com  
 Salvatore Pignato • Università degli Studi di Enna "Kore" - salvatore.pignato@unikore.it  
 Mario Lipoma • Università degli Studi di Enna "Kore" - mario.lipoma@unikore.it

### The use of exergames in physical education to improve the proficiency level of balance skills in children

Il presente studio ha lo scopo di analizzare gli effetti prodotti dalla somministrazione di un protocollo motorio mediato dagli exergames sui livelli di competenza delle abilità di equilibrio di un gruppo di 28 bambini (gruppo sperimentale) di una scuola primaria. Il protocollo motorio è stato costruito scegliendo giochi orientati al potenziamento globale delle abilità motorie fondamentali. Parallelamente, un gruppo di 29 bambini (gruppo di controllo), è stato impegnato in attività motorie basate su giochi liberi. Lo studio ha inoltre indagato se gli effetti prodotti dal protocollo motorio mediato dagli exergames presentino evidenze rispetto al genere. Il protocollo sperimentale ha evidenziato risultati positivi, con evidenze piuttosto significative in termini di effetti soprattutto nelle ragazze. Questi risultati sembrano confermare la validità di queste tecnologie a supporto dell'insegnamento dell'educazione fisica ed estendono la letteratura scientifica perché descrivono, per la prima volta, gli effetti sui livelli di competenza connessi alle abilità di equilibrio.

**Parole chiave:** educazione fisica; abilità di equilibrio; tecnologie educative; apprendimento situato; Microsoft Kinect; Wii Balance Board

Adequate development of fundamental motor skills (FMS) is one of the requirements for achieving an active life and for supporting the acquisition of high physical, cognitive and social efficiency in children. The purpose of this study was to analyze the effects of an exergames-based physical education program for supporting the development of the balance skills developmental levels in a sample of primary school children (experimental group). The program has been defined by choosing games geared to the global enhancement of motor skills abilities. Concurrently, twenty-nine (control group) children were involved in physical education lessons based on free and sports games activities. The current study investigated whether the effects produced by the exergames-based program were gender-related. The experimental protocol showed positive results with significant evidences in terms of effects especially in girls. These results seem to confirm the validity of these technologies for supporting the physical education teachers and extend the current scientific literature because they describe the effects of that kind of program on balance skills in primary school children.

**Keywords:** physical education; balance skills; educational technologies; situated learning; Microsoft Kinect; Wii Balance Board

139

ricerche

# L'utilizzo degli exergames in educazione fisica per il potenziamento delle abilità di equilibrio in bambini della scuola primaria

## 1. Introduzione

All'interno del contesto educativo e formativo che caratterizza la scuola primaria, l'insegnamento di educazione fisica ha il difficile e delicato compito di favorire lo sviluppo multilaterale dei fondamenti motori basilari per la piena realizzazione di ogni essere umano. Come ampiamente evidenziato dalla recente letteratura scientifica (Fulton et al., 2001; Okely, Booth, Petterson, 2001; McKenzie et al., 2002; Fisher et al., 2005), infatti, è proprio durante questa fase evolutiva del bambino che deve avvenire l'acquisizione di forme complete e versatili delle abilità motorie fondamentali e degli schemi motori di base. Questi aspetti rappresentano elementi imprescindibili non solo per lo sviluppo di comportamenti motori specifici e propedeutici all'avviamento all'attività sportiva, ma anche per promuovere esperienze cognitive, sociali, culturali e affettive significative per la crescita e la formazione di ogni essere umano (Payne, Isaacs, 2012). Le abilità motorie rappresentano le fondamenta del movimento e attraverso il loro successivo e graduale apprendimento si evolvono in competenze più complesse utilizzate anche in attività di gioco e sport. Le abilità motorie fondamentali coinvolgono in maniera sincrona diverse parti del corpo (gambe, braccia, tronco e la testa) e comprendono, tra le altre, correre, saltare in alto, saltare in lungo, lanciare, afferrare e rotolare. Tra le diverse codifiche che hanno riguardato queste abilità nel corso degli anni, Lubans e colleghi (2010) hanno suggerito una distinzione in tre gruppi: abilità di locomozione, abilità di controllo degli oggetti e abilità di equilibrio. All'interno della categoria abilità di equilibrio rientrano tutte quelle gestualità caratterizzate dalla necessità di assumere posture corporee stabili, sia in contesti statici che dinamici. Sull'importanza di favorire lo sviluppo delle competenze delle abilità di equilibrio nei bambini si è ampiamente discusso nella letteratura scientifica (DeOreo, Keogh, 1980) e si è giunti ad un consenso generale sul fatto che la capacità di controllare l'equilibrio del proprio corpo (sia dinamico che statico) sia un importante componente nella vita quotidiana di ogni essere umano e un traguardo di crescita da raggiungere in maniera rapida ed adeguata. Alla luce delle suddette evidenze scientifiche, le attività educative e formative previste all'interno dei curricula scolastici a supporto dello sviluppo motorio devono quindi essere in grado di fornire specifici programmi d'insegnamento e apprendimento caratterizzati anche dal potenziamento delle predette abilità.

Purtroppo, il crescente problema culturale connesso al ruolo dell'educazione fisica e motoria all'interno del sistema formativo italiano ha fatto emergere, tra le altre criticità riscontrate, che i mezzi e i metodi attualmente in uso durante le relative ore di lezione suscitano poco interesse negli studenti e, pertanto, sembrano essere poco efficaci dal punto di vista formativo (NASPE, 2009). Per contrastare questo trend, la comunità scientifica che si occupa dei processi educativi connessi con l'educazione motoria e sportiva è da diverso tempo che sta investigando gli effetti dell'integrazione di specifici ausili tecnologici nel tradizionale processo di insegnamento-apprendimento (NASPE, 2009; Marasso, 2015). Come



anticipato, sono oramai numerosi i modelli e le esperienze, presentati e discussi nella relativa letteratura, che propongono protocolli di attività fisica mediati dagli *exergames* (Staiano, Calvert, 2011; Sgrò, 2014; Vernadakis et al., 2015; Sgrò, Barresi, Lipoma, 2016). Gli *exergames* sono una tipologia di videogiochi in cui l'interazione tra il giocatore ed il gioco non è limitata all'utilizzo di un controller manuale (es., tastiera o joystick), ma è legata al movimento del corpo. L'utilizzo di questi ausili all'interno dei processi educativi ha dimostrato avere riflessi positivi su diverse sfere connesse con il processo educativo e formativo. Ad esempio, per ciò che riguarda il punto di vista cognitivo l'utilizzo di *exergames* migliora le performance scolastiche grazie ad un'alta trasferibilità delle abilità acquisite. In particolare, gli aspetti cognitivi maggiormente stimolati sono la consapevolezza spaziale, l'attenzione, la comprensione delle relazioni causa-effetto e dei vincoli spaziali, la capacità di rispondere a stimoli visivi e la creazione di mappe cognitive dei movimenti corporei utilizzati (Höysniemi, 2006). È stato dimostrato, inoltre, come l'utilizzo degli *exergames* dal punto di vista coordinativo presenti numerosi effetti positivi (Fery, Ponserre, 2001). In tal senso, gli effetti specifici degli *exergames* si affiancano ai miglioramenti della coordinazione occhio-manuale, della destrezza e delle abilità motorie fini (Drew, Waters, 1986). Gli *exergames* si sono inoltre dimostrati un valido strumento per il miglioramento anche delle funzioni esecutive in bambini della scuola primaria (Best, 2010; Davis et al., 2011; Best, 2012).

Le piattaforme che si sono affermate a supporto di questa categoria di videogiochi sono la Microsoft Xbox® e la Nintendo Wii® e la principale differenza tra queste tecnologie è legata allo schema d'interazione utente-videogioco. La Xbox usa un sistema di acquisizione video tridimensionale, il sensore Microsoft Kinect®, che garantisce la ricostruzione digitale del movimento dei singoli segmenti corporei del giocatore che è libero di muoversi e giocare senza la necessità di interagire direttamente, tramite le proprie mani o i propri piedi, con un controller connesso con la piattaforma. Diversamente, la Nintendo Wii richiede al giocatore di usare almeno un controller sensorizzato per interagire con il videogioco e, di conseguenza, per permettere all'avatar digitale, usato nell'applicazione di che trattasi, di muoversi in coerenza con il movimento catturato dal controller. Uno dei dispositivi maggiormente utilizzati a tal proposito è la Wii Balance Board (WBB). La WBB è un dispositivo simile a una piattaforma di forza che, attraverso una sensoristica di natura pressometrica, ha la capacità di stimare le caratteristiche delle oscillazioni corporee dei soggetti posti su di essa. A tal fine i sensori della piattaforma, opportunamente interrogati via software, forniscono dati di pressione utili per stimare le coordinate bidimensionali di un punto, detto centro di pressione (CoP), che rappresenta un indicatore valido per misurare il livello e le caratteristiche delle predette oscillazioni (Clark, McGough, Paterson, 2011; Sgrò et al., 2014).

La somministrazione di protocolli di attività motoria in popolazioni in età scolare basati sull'utilizzo degli *exergames* associati alla console WBB è stata oggetto di diverse pubblicazioni scientifiche (Sheehan, Katz, 2012, 2013). In entrambi i precitati lavori gli autori hanno dimostrato come soluzioni ludico-digitali orientate al potenziamento di abilità di tipo coordinativo abbiano un impatto positivo ed ampio sui livelli di sviluppo delle suddette abilità. Tuttavia, soprattutto nel periodo che Gundlach (1968) ha definito l'età d'oro dello sviluppo motorio, cioè quello compreso tra i 3 ed i 10 anni, centrare le attività motorie alla specializzazione di singole abilità non è ritenuta una strategia di insegnamento adeguata. Tuttavia, precedenti lavori scientifici hanno investigato l'utilizzo di questi dispositivi come strumenti a supporto di protocolli di attività motoria orientati allo sviluppo e/o al



potenziamento di singoli gruppi di abilità, come quelle di controllo degli oggetti (Vernadakis et al., 2015; Sgrò et al., 2016) e locomozione (Sgrò et al., 2015; Sgrò et al., 2016). Risultano mancanti, almeno per quanto noto agli autori di questo contributo, studi e relative evidenze per ciò che riguarda effetti significativi sullo sviluppo delle abilità coordinative di protocolli motori con caratteristiche di trasversalità rispetto alla specializzazione di specifiche abilità fondamentali.

Alla luce di quanto in precedenza descritto, l'obiettivo di questo studio è stato quello di analizzare gli effetti prodotti da un protocollo di attività motoria mediato dagli *exergames* sui livelli di competenza delle abilità di equilibrio in un campione di bambini frequentanti la quarta e quinta classe di due scuole primarie. Il protocollo incentrato sugli *exergames* è stato focalizzato sullo sviluppo concorrenziale di diverse abilità motorie ed è stato somministrato in integrazione alla curriculare attività di educazione fisica. In accordo con il predetto obiettivo è stata formulata l'ipotesi che la somministrazione del protocollo sperimentale porterà ad un significativo miglioramento dei livelli di competenza nella abilità di equilibrio nel gruppo di studenti coinvolto in predetta attività formativa.



## 2. Materiali e metodi

### 2.1 Partecipanti e procedure

Nel presente studio il campione d'indagine è stato formato da cinquantasette bambini individuati tra gli iscritti alle classi quarta e quinta di due differenti scuole elementari. I discenti che hanno aderito al progetto rientravano nel *range* d'età compresa tra gli 8 e i 10 anni ed erano tutti in possesso di certificazione attestante l'idoneità all'attività motoria e sportiva. I partecipanti sono stati suddivisi in maniera random in due gruppi: gruppo di controllo e gruppo sperimentale. Il gruppo di controllo era formato da 29 alunni, di cui 17 maschi (età media 9.50 anni) e 12 femmine (età media 9.55 anni), mentre il gruppo sperimentale era costituito da 28 alunni, di cui 19 maschi (età media 9.47 anni) e 9 femmine (età media 9.44 anni). Prima di procedere all'avvio delle attività previste, a ogni partecipante è stato richiesto di consegnare una copia firmata dai propri genitori di un consenso informato redatto secondo i principi della dichiarazione di Helsinki (2008). Il Comitato Etico dell'Università di Enna ha approvato le metodologie di lavoro utilizzate in questo studio.

L'attività d'indagine prevista nel presente studio è stata sviluppata in un arco temporale di 16 settimane ed è stata condotta da un staff formato da ricercatori universitari ed esperti che hanno operato nell'ambito delle attività previste dal progetto "Sport di Classe" proposto dal Ministero dell'Istruzione dell'Università e della Ricerca in sinergia con il CONI.

Gli alunni appartenenti al gruppo di controllo hanno seguito il regolare svolgimento di 2 ore settimanali di educazione fisica, così come previsto dalle indicazioni nazionali italiane per il curricolo del primo ciclo d'istruzione. Nello specifico le attività educative sono state strutturate per raggiungere gli obiettivi didattici previsti nella programmazione del relativo anno di corso e sono stati perseguiti mediante lezioni caratterizzate da attività fisica non strutturata e principalmente orientata alla pratica di attività motoria libera e da giochi sportivi.

Gli alunni appartenenti al gruppo sperimentale, oltre a eseguire lo svolgimento di 2 ore settimanali di educazione fisica, sono stati impegnati, in orario extrasco-

lastico, in sessioni di attività motoria, veicolata da soluzioni ludico digitali di tipo *exergames*, al fine di favorire lo sviluppo e il potenziamento di diverse abilità motorie. Le sessioni di attività previste sono state complessivamente 28 e ognuna aveva la durata complessiva di 60 minuti. La struttura di ogni lezione è riportata nella tab.1. Tale approccio è in linea con precedenti studi (Vernadakis et al., 2015; Sgrò et al., 2016).

Struttura delle sessioni exergames	Sessioni exergames						Minuti totali	%
	Minuti di gioco 1-6 sessione	Minuti di gioco 7-12 sessione	Minuti di gioco 13-18 sessione	Minuti di gioco 19-23 sessione	Minuti di gioco 24-28 sessione			
Attivazione	90'	90'	90'	75'	75'	420'	25%	
Exergames	180'	180'	180'	150'	150'	840'	50%	
Defaticamento	90'	90'	90'	75'	75'	420'	25%	
<i>Totale</i>	<i>360'</i>	<i>360'</i>	<i>360'</i>	<i>300'</i>	<i>300'</i>	<i>1680'</i>	<i>100%</i>	

Tab. 1 - Distribuzione e struttura delle sessioni di attività motoria con gli exergames

Per quanto concerne l'individuazione e l'applicazione del gioco da far eseguire agli alunni la scelta è ricaduta sul gioco Kinect Adventures rilasciato da Microsoft Game Studios\*. Tale scelta è in linea con quanto riscontrato da Sgrò et al. (2016), i quali hanno evidenziato come l'applicazione del suddetto gioco all'interno di un protocollo di attività motoria progettato per alunni della scuola primaria sembra apportare un significativo miglioramento dei livelli di competenza delle abilità motorie.



## 2.2 Valutazione delle abilità di equilibrio attraverso la posturografia statica

I partecipanti di entrambi i gruppi, prima e dopo il periodo d'indagine, sono stati interessati da un processo di misurazione del relativo livello di sviluppo delle abilità di equilibrio attraverso tecniche di tipo posturografico. La posturografia è una metodologia di misurazione e valutazione del livello di stabilità dell'essere umano basata sullo studio, per mezzo del centro di pressione, delle relative oscillazioni in posizione statica in appoggio bipodale. A tal fine, l'utilizzo della WBB ha consentito di stimare le oscillazioni del CoP e delle relative caratteristiche espresse per mezzo degli indici di sintesi proposti e descritti nella tab. 2.

Misura	Dim	Descrizione
<i>Spostamento totale</i>	2D	Valore della lunghezza totale della traiettoria descritta dal CoP.
<i>Area</i>	2D	Area di un cerchio di confidenza che contiene, con il 95% delle probabilità i punti della traiettoria del CoP nella deviazione standard.
<i>Rms-AP</i>	1D	Valore quadratico medio della distanza dei punti descritti alla traiettoria del CoP nella direttrice di movimento antero-posteriore.
<i>Rms-ML</i>	1D	Valore quadratico medio della distanza dei punti descritti alla traiettoria del CoP nella direttrice di movimento medio-laterale.
<i>Mv-AP</i>	1D	Velocità media della traiettoria nella direttrice di movimento antero-posteriore.
<i>Mv-ML</i>	1D	Velocità media della traiettoria nella direttrice di movimento medio-laterale.
<i>Range-AP</i>	1D	Valore quadratico medio della distanza dei punti descritti dalla traiettoria del CoP nella direttrice di movimento antero-posteriore.
<i>Range-ML</i>	1D	Valore quadratico medio della distanza dei punti descritti dalla traiettoria del CoP nella direttrice di movimento medio-laterale.
<i>Potenza tot. -AP</i>	1D	Area dello spettro di potenza della serie temporale considerata nella direttrice antero-posteriore.
<i>Potenza tot. -ML</i>	1D	Area dello spettro di potenza della serie temporale considerata nella direttrice medio-laterale.

Tab. 2 - Misure di distanza e spostamento del Centro di Pressione (Sgrò, 2015)

Come anticipato, ai discenti è stato chiesto di effettuare un test di equilibrio basato su due diversi task motori: il primo prevedeva che il soggetto mantenesse la posizione eretta, in appoggio bipodalico, con gli occhi aperti (OE); il secondo prevedeva che il soggetto mantenesse la posizione eretta, in appoggio bipodalico, ma con gli occhi chiusi (CE). Durante ogni prova i partecipanti sono stati invitati a mantenere una postura stabile per l'intera durata del test di valutazione (30 secondi). I test sono stati effettuati presso la scuola e nello stesso contesto in cui sono state proposte le attività educative ai due gruppi di alunni. Prima dei test posturografici, per ogni bambino sono state ottenute le misure relative all'altezza e al peso, rispettivamente attraverso un metro da muro ed una bilancia digitale.

### 2.3 Analisi dei dati

Preliminarmente, i dati raccolti nelle due sessioni di valutazione sono stati verificati per il rispetto delle assunzioni richieste dal test t di Student per campioni appaiati. In particolare sono stati verificati, distintamente per gruppo e fase di valutazione, i seguenti elementi: presenza di valori mancanti, presenza di outlier univariati e normalità univariata, omogeneità della varianza. Il test di Kolmogorov-Smirnov è stato effettuato per verificare la normalità delle distribuzioni campionarie. Inoltre è stata eseguita l'ispezione visuale degli indici di asimmetria e curtosi. Per calcolare e individuare le differenze tra le valutazioni pre e post all'interno dei due gruppi e distintamente per genere i dati sono stati analizzati con il test t precedentemente indicato. Per i confronti risultati statisticamente significativi, la dimensione dell'effetto delle singole differenze in termini di inferenze pratiche è stata analizzata attraverso il metodo della stima della più piccola differenza in una comparazione di dati (Hopkins et al., 2009) e interpretata con i seguenti livelli di soglia: <0.5 % limitatissimo; 0.5-5% veramente limitato; 5-25% limitato; 25-75% possibile; 75-95% ampio; 95-99.5% veramente ampio; and >99.5% amplissimo (Batterham e Hopkins, 2006). Le analisi statistiche sono state realizzate utilizzando il software SPSS (IBM SPSS, ver. 21) e imponendo il livello di significatività a  $p < 0.05$ . Per quanto riguarda la stima degli effetti è stato utilizzato il foglio di lavoro proposto da Hopkins (2007).



## 3. Risultati

Dall'analisi preliminare dei dati è emerso che nel gruppo di controllo 6 alunni non erano presenti durante l'attività di valutazione post-trattamento mentre due non hanno fornito il consenso informato; nel gruppo sperimentale 3 alunni non erano presenti durante l'attività di valutazione post-trattamento mentre 6 non hanno fornito il consenso informato, pertanto tutti e diciassette gli alunni sono stati esclusi dalle successive analisi dei dati. Nelle tab. 3a e 3b sono rappresentate le caratteristiche antropometriche dei due gruppi (controllo e sperimentale), divisi per genere (maschi e femmine) e i risultati ottenuti dal t-Test per campioni appaiati dal confronto pre-post trattamento.

	Maschi						
	Pre		Post		CONFRONTO		
	M	DS	M	DS	t	df	p
Peso (kg)	37.82	8.90	38.50	9.14	.00	16	1.00
Altezza (cm)	144.12	8.47	145.17	9.07	.14	16	.88
BMI (Kg/m <sup>2</sup> )	18.13	3.57	18.17	3.40	.10	16	.91

	Femmine						
	Pre		Post		CONFRONTO		
	M	DS	M	DS	t	df	p
Peso (kg)	34.50	8.93	32.91	7.71	.61	11	.55
Altezza (cm)	144.75	6.62	144.82	6.08	4.18	11	.00
BMI (Kg/m <sup>2</sup> )	16.35	3.51	15.65	3.35	3.02	11	.01

**Tab. 3a – Caratteristiche antropometriche del gruppo di controllo pre- e post-trattamento distinte per genere**

Note: M= Media; DS = Deviazione Standard; BMI= Indice di Massa Corporea.

	Maschi						
	Pre		Post		CONFRONTO		
	M	DS	M	DS	t	df	p
Peso (kg)	34.11	10.87	34.16	10.89	-.13	18	.89
Altezza (cm)	141.26	8.22	142.32	8.58	3.39	18	.00
BMI (Kg/m <sup>2</sup> )	16.81	4.21	16.63	4.29	.60	18	.55

	Femmine						
	Pre		Post		CONFRONTO		
	M	DS	M	DS	t	df	p
Peso (kg)	39.00	8.81	38.67	8.57	1.15	8	.28
Altezza (cm)	143.56	7.17	144.56	8.14	2.12	8	.06
BMI (Kg/m <sup>2</sup> )	18.83	3.69	18.9	3.28	1.91	8	.09

**Tab. 3b – Caratteristiche antropometriche del gruppo sperimentale pre- e post-trattamento distinte per genere**

Note: M= Media; DS = Deviazione Standard; BMI= Indice di Massa Corporea.



### 3.1 Valutazione dei parametri posturali del gruppo di controllo

Nelle tab. 4a e 4b sono contenuti i dati relativi ai confronti pre-post, distinti per genere, all'interno del gruppo di controllo per i test occhi aperti ed occhi chiusi, rispettivamente.

	Maschi						
	Pre		Post		CONFRONTO		
	M	DS	M	DS	t	df	p
TD	635.10	274.08	596.20	284.81	.58	16	.56
Area	1193.81	1839.80	627.78	861.12	1.12	16	.28
RMS_AP	8.66	6.24	6.91	3.62	1.11	16	.28
RMS_ML	6.53	4.72	5.23	2.95	.86	16	.40
Range_AP	46.60	34.42	35.00	13.77	1.53	16	.14
Range_ML	44.39	42.66	34.16	31.59	.67	16	.51
MV_AP	12.06	5.12	11.33	5.28	.63	16	.53
MV_ML	10.92	5.26	10.21	5.15	.43	16	.67
Freq_AP	1031.48	1751.44	587.61	794.09	1.17	16	.25
Freq_ML	725.25	1094.29	365.52	662.17	.94	16	.36

	Femmine						
	Pre		Post		CONFRONTO		
	M	DS	M	DS	t	df	p
TD	580.82	387.97	954.05	475.42	-2.11	11	.058
Area	801.15	849.55	1317.78	1035.37	-1.46	11	.171
RMS_AP	6.32	2.80	7.03	2.14	-1.06	11	.311
RMS_ML	6.47	4.70	10.38	7.22	-1.70	11	.116
Range_AP	35.02	20.23	42.01	14.90	-1.30	11	.219
Range_ML	53.02	63.61	85.92	68.21	-1.60	11	.137
MV_AP	10.39	6.97	14.43	6.20	-1.86	11	.089
MV_ML	10.52	7.77	18.95	11.98	-1.88	11	.087
Freq_AP	464.07	406.26	530.17	298.60	-1.12	11	.285
Freq_ML	692.69	949.78	1339.22	1640.46	-1.52	11	.155

**Tab. 4a - Risultati del confronto per campioni appaiati relativo al test ad occhi aperti**

Note: M= media; DS=Deviazione Standard; TD: Spostamento Totale; RMS\_AP: Valore Quadratico Medio in direzione antero/posteriore; RMS\_ML: Valore Quadratico Medio in direzione medio/laterale; Range\_AP: Range in direzione antero/posteriore; Range\_ML: Range in direzione medio/laterale; MV\_AP: Velocità media in direzione antero/posteriore; MV\_ML: Velocità media in direzione medio/laterale; Total\_Power\_AP: andamento in frequenza in direzione antero/posteriore; Total\_Power\_ML: andamento in frequenza in direzione medio/laterale

Come è possibile apprezzare dai dati nella tab. 4a non vi è la presenza di nessun significativo effetto del protocollo motorio seguito dal gruppo controllo relativamente al livello di stabilità misurato nei test ad occhi aperti, indistintamente per maschi e femmine.

	Maschi							Femmine						
	Pre		Post		CONFRONTO			Pre		Post		CONFRONTO		
	M	DS	M	DS	t	df	p	M	DS	M	DS	t	df	p
TD	653.43	344.74	747.26	297.50	-1.35	16	.194	521.78	145.96	673.19	180.63	-2.92	11	.014
Area	585.03	843.45	525.41	508.62	-.06	16	.951	552.79	646.97	438.91	328.98	-.153	11	.881
RMS_AP	7.05	3.67	6.88	3.44	-.24	16	.810	5.95	2.31	6.07	1.38	-.747	11	.471
RMS_ML	4.37	2.26	4.79	2.71	-.47	16	.639	5.31	4.79	4.59	2.26	.085	11	.934
Range_AP	41.06	24.65	40.20	18.16	-.13	16	.896	32.70	13.66	36.18	11.57	-1.16	11	.268
Range_ML	32.77	27.66	29.23	17.29	-.20	16	.837	33.63	30.52	33.14	27.91	-.026	11	.980
MV_AP	13.22	6.15	15.88	6.99	-1.48	16	.157	10.84	2.71	13.90	4.95	-2.23	11	.048
MV_ML	10.51	6.62	11.41	4.14	-1.04	16	.313	8.03	3.08	10.03	2.66	-2.31	11	.041
Freq_AP	574.51	555.46	568.51	709.08	.81	16	.425	379.02	291.27	377.02	158.92	-1.25	11	.238
Freq_ML	235.88	378.46	290.04	395.29	-.56	16	.578	564.59	1185.83	159.28	82.03	0.94	11	.366

**Tab. 4b - Risultati del confronto per campioni appaiati relativo al test ad occhi chiusi.**

Note: M= media; DS=Deviazione Standard; TD: Spostamento Totale; RMS\_AP: Valore Quadratico Medio in direzione antero/posteriore; RMS\_ML: Valore Quadratico Medio in direzione medio/laterale; Range\_AP: Range in direzione antero/posteriore; Range\_ML: Range in direzione medio/laterale; MV\_AP: Velocità media in direzione antero/posteriore; MV\_ML: Velocità media in direzione medio/laterale; Total\_Power\_AP: andamento in frequenza in direzione antero/posteriore; Total\_Power\_ML: andamento in frequenza in direzione medio/laterale



Relativamente ai dati dei test ad occhi chiusi, nessuna differenza legata all'effetto del protocollo motorio è stata individuata per i maschi, mentre nel campione femminile tre variabili posturali risultano statisticamente differenti nel confronto pre-post. In particolare le variabili in questione sono: spostamento totale (con effetto statistico negativo della differenza veramente ampio), la velocità media nella direzione antero-posteriore (con effetto statistico negativo della differenza ampio) e la velocità media nella direzione medio-laterale (con effetto statistico negativo della differenza veramente ampio).

### 3.2 Valutazione dei parametri posturali del gruppo sperimentale

Nelle tab. 5a e 5b sono contenuti i dati relativi ai confronti pre-post, distinti per genere, all'interno del gruppo sperimentale per i test occhi aperti ed occhi chiusi, rispettivamente.

	Maschi							Femmine						
	Pre		Post		CONFRONTO			Pre		Post		CONFRONTO		
	M	DS	M	DS	t	df	p	M	DS	M	DS	t	df	p
TD	1080.98	857.48	724.60	380.25	1.89	18	.07	673.01	413.42	614.61	330.12	.24	8	.81
Area	1779.49	1604.62	1151.60	1224.46	1.67	18	.11	4939.07	1228.46	969.01	857.74	.62	8	.55
RMS_AP	9.44	4.69	7.90	3.00	1.05	18	.30	10.50	7.29	7.05	2.35	1.37	8	.20
RMS_ML	10.03	6.63	7.74	5.69	1.62	18	.21	14.64	23.97	8.27	4.75	.28	8	.78
Range_AP	55.96	28.17	47.85	24.62	1.04	18	.30	47.49	29.97	38.52	13.89	.52	8	.61
Range_ML	84.78	84.94	48.93	35.20	1.55	18	.13	71.65	102.48	63.37	57.34	-.15	8	.88
MV_AP	16.69	8.32	13.19	7.21	1.31	18	.20	12.17	6.08	10.09	3.70	.50	8	.62
MV_ML	21.47	22.39	12.88	7.23	1.99	18	.06	11.55	8.69	11.77	7.68	-.09	8	.92
Freq_AP	1225.93	1341.62	696.12	571.60	1.45	18	.16	1430.62	1999.10	546.08	387.56	1.60	8	.14
Freq_ML	1548.36	2459.18	866.34	1400.20	1.96	18	.06	1659.10	3499.35	887.70	989.79	.36	8	.72

**Tab. 5a - Risultati del confronto per campioni appaiati relativo al test ad occhi aperti.**

Note: M= media; DS=Deviazione Standard; TD: Spostamento Totale; RMS\_AP: Valore Quadratico Medio in direzione antero/posteriore; RMS\_ML: Valore Quadratico Medio in direzione medio/laterale; Range\_AP: Range in direzione antero/posteriore; Range\_ML: Range in direzione medio/laterale; MV\_AP: Velocità media in direzione antero/posteriore; MV\_ML: Velocità media in direzione medio/laterale; Total\_Power\_AP: andamento in frequenza in direzione antero/posteriore; Total\_Power\_ML: andamento in frequenza in direzione medio/laterale

Come è possibile apprezzare dai dati nella tab. 5a non vi è la presenza di nessun significativo effetto del protocollo motorio veicolato dagli *exergames* relativamente al livello di stabilità misurato nei test ad occhi aperti, indistintamente per maschi e femmine.

	Maschi							Femmine						
	Pre		Post		CONFRONTO			Pre		Post		CONFRONTO		
	M	DS	M	DS	t	df	p	M	DS	M	DS	t	df	p
TD	704.25	237.21	755.08	297.15	-.47	18	.64	719.43	262.80	450.55	73.39	2.61	8	.03
Area	835.65	707.23	762.82	638.63	.12	18	.90	1107.37	869.13	326.82	154.54	3.51	8	.008
RMS_AP	8.24	3.66	7.59	1.76	-.26	18	.80	7.99	2.68	6.34	1.97	2.09	8	.07
RMS_ML	6.23	3.19	5.86	3.09	.32	18	.75	7.89	4.51	3.70	1.12	3.13	8	.01
Range_AP	44.12	17.86	43.65	16.32	-.11	18	.91	52.81	23.69	31.85	8.66	2.98	8	.01
Range_ML	33.47	15.94	37.40	31.62	12.6	18	.000	72.60	66.32	20.18	6.14	8.37	8	.000
MV_AP	14.68	4.59	14.23	5.54	.44	18	.66	12.92	3.91	9.32	2.15	2.09	8	.07
MV_ML	11.11	4.60	12.95	6.29	-1.02	18	.32	12.52	6.16	6.81	1.52	2.88	8	.02
Freq_AP	821.84	778.27	611.72	275.56	.20	18	.84	714.57	457.54	470.76	290.29	2.01	8	.07
Freq_ML	503.73	486.81	377.82	371.74	.59	18	.56	815.03	1092.40	146.89	103.56	2.86	8	.02

**Tab. 5b - Risultati del confronto per campioni appaiati relativo al test ad occhi chiusi.**

Note: M= media; DS=Deviazione Standard; TD: Spostamento Totale; RMS\_AP: Valore Quadratico Medio in direzione antero/posteriore; RMS\_ML: Valore Quadratico Medio in direzione medio/laterale; Range\_AP: Range in direzione antero/posteriore; Range\_ML: Range in direzione medio/laterale; MV\_AP: Velocità media in direzione antero/posteriore; MV\_ML: Velocità media in direzione medio/laterale; Total\_Power\_AP: andamento in frequenza in direzione antero/posteriore; Total\_Power\_ML: andamento in frequenza in direzione medio/laterale



Relativamente ai dati dei test ad occhi chiusi eseguiti dai maschi, solo la variabile Range in direzione medio-laterale è risultata statisticamente significativa nel confronto pre-post, con un effetto di questa differenza statisticamente amplissima. Per quanto riguarda le femmine, gli effetti positivi del protocollo motorio mediato dagli *exergames* sono risultati statisticamente amplissimi per la variabile range in direzione medio-laterale e veramente ampi per le variabili spostamento totale, area, valore quadratico medio in direzione medio-laterale, range in direzione antero-posteriore, velocità media in direzione medio-laterale e frequenza in direzione medio-laterale.

#### 4. Discussioni e conclusioni

Nel presente studio sono stati analizzati gli effetti prodotti dalla somministrazione di un protocollo di attività motoria mediato dagli *exergames* sui livelli di competenza delle abilità di equilibrio in un campione di bambini di età compresa tra gli 8 e i 10 anni. Con riferimento alla classificazione proposta da Lubans e colleghi (2010) sulle abilità motorie, il protocollo motorio basato sull'utilizzo degli *exergames* ha avuto come obiettivo il potenziamento generale delle diverse abilità ed è stato somministrato ad integrazione della curriculare attività di educazione fisica. La scelta di proporre un protocollo di attività motoria che sviluppi in forma multilaterale i fondamenti del moto in età prescolare e scolare è risultato essere in linea con diverse evidenze scientifiche (Okely et al., 2001; Fisher et al., 2005; Salaj, Krmptic, Stamenkovic, 2016).

I partecipanti sono stati individuati all'interno di una popolazione di studenti, afferenti alle quarte e quinte classi di due differenti scuole primarie e successivamente sono stati divisi in maniera randomizzata in due gruppi: controllo e speri-

mentale. Al gruppo di controllo è stato assegnato un protocollo motorio caratterizzato da attività non strutturata che prevedesse l'attuazione di esercizi di movimento eseguiti in forma libera o attraverso diversi giochi sportivi. Il gruppo sperimentale, invece, è stato coinvolto in sessioni pomeridiane di attività motoria mediate dagli *exergames*. Il protocollo mediato dagli *exergames* è stato implementato attraverso l'utilizzo di Microsoft Xbox e Microsoft Kinect e nella sua esecuzione ha seguito le indicazioni proposte nei modelli presenti in letteratura, che propongono protocolli di attività fisica mediati dagli *exergames* (Staiano, Calvert, 2011; Sgrò, 2014; Vernadakis et al., 2015; Sgrò et al., 2016).

Le abilità di equilibrio sono state indagate attraverso una valutazione di natura posturografica effettuata grazie all'ausilio della WBB e attraverso la somministrazione di test di stabilità posturale basati sull'utilizzo di due differenti task motori: il primo richiedeva che il soggetto mantenesse la posizione eretta, in appoggio bipodale, con gli occhi aperti, mentre il secondo aveva le stesse caratteristiche ma richiedeva agli utenti di tenere gli occhi chiusi. Per entrambi i gruppi, il processo di valutazione del relativo livello di sviluppo delle abilità di equilibrio è avvenuto attraverso la stima dell'oscillazione del CoP e delle relative caratteristiche espresse per mezzo degli indici di sintesi proposti in precedenza (Sgrò, 2015). Lo studio ha inoltre verificato se la somministrazione del protocollo motorio mediato dagli *exergames* e il protocollo di attività motoria non strutturata abbia prodotto all'interno dei due gruppi differenti livelli di sviluppo tra i generi (maschio-femmina). La scelta di studiare i sessi separatamente nell'ambito delle indagini sull'equilibrio nei bambini è risultato essere in linea con quanto suggerito da Lee e Lin (2007).

Per quanto concerne l'analisi dei risultati ottenuti dal t-Test per campioni appaiati sui parametri posturali del gruppo di controllo, non sono emersi significativi effetti del protocollo motorio non strutturato relativamente al livello di stabilità posturale misurato nei test ad occhi aperti, indistintamente per maschi e femmine. Relativamente ai dati dei test ad occhi chiusi, nessuna differenza legata all'effetto del protocollo motorio non strutturato è stata individuata per i maschi, mentre nel campione femminile tre variabili posturali risultano statisticamente differenti nel confronto pre-post. In particolare le variabili in questione sono: spostamento totale (con effetto statistico negativo della differenza veramente ampio), la velocità media nella direzione antero-posteriore (con effetto statistico negativo della differenza ampio) e la velocità media nella direzione medio-laterale (con effetto statistico negativo della differenza veramente ampio). Alla luce dei risultati precedentemente riportati si annota una netta concordanza con quanto ottenuto in un precedente studio condotto da Sheehan e Katz (2013), nel quale era emerso che l'attività motoria non strutturata non aveva comunque portato ad un miglioramento delle abilità di equilibrio.

Nell'analisi dei risultati del gruppo sperimentale non è emersa la presenza di un significativo effetto del protocollo motorio veicolato dagli *exergames* relativamente al livello di stabilità misurato nei test ad occhi aperti, indistintamente per maschi e femmine. Relativamente ai dati dei test ad occhi chiusi eseguiti dai maschi, invece, solo la variabile Range in direzione medio-laterale è risultata statisticamente significativa nel confronto pre-post, con un effetto di questa differenza statisticamente amplissima. Per quanto riguarda le femmine, gli effetti positivi del protocollo motorio mediato dagli *exergames* sono risultati statisticamente amplissimi per la variabile range in direzione medio-laterale e veramente ampi per le variabili spostamento totale, area, valore quadratico medio in direzione medio-laterale, range in direzione antero-posteriore, velocità media in direzione medio-laterale e frequenza in direzione medio-laterale.

Gli effetti del protocollo motorio, mediato dagli *exergame*, volti al potenziamento multilaterale dei fondamenti del moto, ha prodotto risultati positivi sul rafforzamento dei livelli di competenza delle abilità di equilibrio. Inoltre i risultati ottenuti trovano riscontro in precedenti evidenze scientifiche, nella quali è stata dimostrata l'efficacia dei protocolli *exergames*-based per il potenziamento delle abilità di equilibrio (Sheehan, Katz, 2013; Sun, 2013). Per di più i risultati ottenuti sembrano confermare gli esiti conseguiti in precedenti studi dove era stato evidenziato nelle ragazze di età inferiore ai 10 anni una migliore stabilità posturale rispetto a quella mostrata dai ragazzi (Habib, Westcott, 1987; Riach, Hayes, 1987; Hirabayashi, Iwasaki, 1995). A tal proposito Odenrick e colleghi (1984) hanno individuato nei fattori psicologici (motivazione e concentrazione) e nei fattori fisiologici (interpretazioni divergenti delle informazioni afferenti da parte del sistema nervoso centrale) le differenze di genere nella stabilità posturale tra i bambini di questa età. I risultati sopra riportati vanno a conferma l'ipotesi formulata ed indagata in questo studio. A tal proposito, si ritiene possibile sostenere che l'azione educativa del protocollo sperimentale si sia rilevata efficace in quanto, sin dalle fasi di progettazione della stessa, si è cercato di garantire la massima coerenza e fedeltà con l'approccio dell'apprendimento situato e dei relativi principi di autenticità, interazione sociale e complessità utilizzati. Questo metodo di lavoro, infatti, è già stato indicato come determinate per progettare valide azioni educative a carattere motorio-sportivo (Morgan et al., 2013). Inoltre, la trasversalità di impiego delle abilità di equilibrio nelle diverse situazioni di gioco proposte ha permesso di sostenere un processo di apprendimento basato sul concetto di reiterazione delle situazioni formative (Pintrich, Schunk, 2002), associabile anche al concetto di scopo di prestazione tipico delle fasi di allenamento dei giochi sportivi e delle discipline sportive. Pertanto, il complessivo costruito del processo di insegnamento-apprendimento su cui è stato costruito il protocollo sperimentale è sostenuto da evidenze scientifiche e si è rivelato, coerentemente, efficace per il miglioramento dei livelli di abilità indagati.

In conclusione è possibile affermare che, nonostante ci siano una serie di problematiche legate soprattutto alle condizioni ambientali (livelli di rumore) in cui sono stati effettuati i test proposti e alle caratteristiche del campione che possono limitare l'estendibilità assoluta dei risultati ottenuti, le risultanze determinate in questo studio confermano la correttezza dell'approccio metodologico utilizzato, il ruolo significativo che può assumere un'azione di insegnamento-apprendimento efficace nello sviluppo delle abilità di equilibrio e la validità dell'utilizzo degli *exergames* a supporto del processo educativo e formativo. Gli *exergames* risultano essere un mezzo efficace per mantenere elevata la motivazione e l'interesse verso le attività proposte negli insegnamenti di educazione fisica che, troppo spesso, sono state associate ad esclusivi momenti ricreazionali senza alcun connotato educativo e formativo. La sperimentazione, inoltre, nell'affermare l'importanza del movimento nelle fasi sensibili dello sviluppo fisico e comportamentale vuole rappresentare al mondo della scuola l'opportunità di procedere proficuamente all'integrazione di nuovi ausili digitali a supporto dell'azione formativa con la certezza di un elevato livello motivazionale dei discenti. Tuttavia, la significativa integrazione nei processi di apprendimento-insegnamento di questi strumenti deve essere accompagnata dalla organizzazione, da parte delle istituzioni scolastiche, di percorsi di formazione specifica per i docenti, affinché questi abbiano le conoscenze e le competenze adeguate per rendere maggiormente efficiente e produttiva la loro azione didattica mediata, anche, dagli *exergames*.



## Riferimenti bibliografici

- Batterham A. M., Hopkins W. G. (2006). Making meaningful inferences about magnitudes. *International journal of sports physiology and performance*, 1(1), 50-57.
- Best J. R. (2010). Effects of physical activity on children's executive function: Contributions of experimental research on aerobic exercise. *Developmental Review*, 30(4), 331-351.
- Best J. R. (2012). Exergaming immediately enhances children's executive function. *Developmental psychology*, 48(5), 1501.
- Clark R. A., McGough R., Paterson K. (2011). Reliability of an inexpensive and portable dynamic weight bearing asymmetry assessment system incorporating dual Nintendo Wii Balance Boards. *Gait & Posture*, 34(2), 288-291.
- Davis C. L., Tomporowski P. D., McDowell J. E., Austin B. P., Miller P. H., Yanasak N. E., Naglieri J. A. (2011). Exercise improves executive function and achievement and alters brain activation in overweight children: a randomized, controlled trial. *Health Psychology*, 30(1), 91-98.
- DeOreo K., Keogh J. (1980). Performance of fundamental motor tasks. In C. Corbin (Ed.), *A textbook of motor development* (pp. 76-91). Iowa: Wm. C. Brown Company Publishers.
- Drew B., Waters J. (1986). Video games: utilization of a novel strategy to improve perceptual motor skills and cognitive functioning in the non-institutionalized elderly. *Cognitive Rehabilitation*, 4, 26-31.
- Fery Y., Ponserrre S. (2001). Enhancing the control of force in putting by video game training. *Ergonomics*, 44, 1025-1037.
- Fisher A., Reilly J. J., Kelly L. A., Montgomery C., Williamson A., Paton J. Y., Grant S. (2005). Fundamental movement skills and habitual physical activity in young children. *Med Sci Sports Exerc*, 37(4), 684-688.
- Fulton J. E., Burgeson C. R., Perry G. R., Sherry B., Galuska D. A., Alexander M. P., Caspersen C. J. (2001). Assessment of physical activity and sedentary behavior in preschool-age children: priorities for research. *Pediatric Exercise Science*, 13(2), 113-126.
- Gundlach H. (1968). Systembeziehungen körperlicher Fähigkeiten und Fertigkeiten. *Theorie und praxis der koerperkultur*, 17(2), 198-205.
- Habib Z., Westcott S. (1998). Assessment of anthropometric factors on balance tests in children. *Pediatr Phys Ther*, 10(3), 101-109
- Hirabayashi S., Iwasaki Y. (1995). Developmental perspective of sensory organization on postural control. *Brain Dev*, 17(2), 111-113.
- Hopkins W. G. (2007). A spreadsheet for deriving a confidence interval, mechanistic and clinical inferences from p value. *Sports science* 11, 16-20. Estratto da <http://www.sportsci.org/2007/inbrief.htm#xcl2>
- Hopkins W., Marshall S., Batterham A., Hanin J. (2009). Progressive statistics for studies in sports medicine and exercise science. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 41(1), 3-12.
- Höysniemi J. (2006). *Design and evaluation of physically interactive games*. Dissertations in Interactive Technology, 5, Tampereen yliopisto Oy.
- Lee A.J., Lin W.H. (2007). The influence of gender and somatotype on single-leg upright standing postural stability in children. *J Biomech*, 23(3), 173-179.
- Lubans D. R., Morgan P. J., Cliff D. P., Barnett L. M., Okely A. D. (2010). Fundamental movement skills in children and adolescents. *Sports medicine*, 40(12), 1019-1035.
- Marasso D. (2015). Exercising or gaming? Exergaming!! *Form@ re-Open Journal per la formazione in rete*, 15(3), 159-169.
- McKenzie T. L., Sallis J. F., Broyles S. L., Zive M. M., Nader P. R., Berry C. C., Brennan J. J. (2002). Childhood movement skills: predictors of physical activity in Anglo American and Mexican American adolescents?. *Research quarterly for exercise and sport*, 73(3), 238-244.
- Morgan P. J., Barnett L. M., Cliff D. P., Okely A. D., Scott H. A., Cohen K. E., Lubans D. R. (2013). Fundamental movement skill interventions in youth: a systematic review and meta-analysis. *Pediatrics*, 132(5), 1361-1383.



- National Association for Sport and Physical Education. (2009). *Appropriate use of instructional technology in physical education*. Reston, VA: Author. [Position Statement].
- Odenrick P., Sandstedt P., Lennerstrand G. (1984). Postural sway and gait of children with convergent strabismus. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 26(4), 495-499.
- Okely A. D., Booth M. L., Patterson J. W. (2001). Relationship of physical activity to fundamental movement skills among adolescents. *Medicine and science in sports and exercise*, 33(11), 1899-1904.
- Payne V. G., Isaacs L. D. (2012). *Human motor development: A lifespan approach*. McGraw Hill.
- Pintrich P. R., Schunk D. H. (2002). *Motivation in education: Theory, research, and applications* (2nd ed.). Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.
- Riach C.L., Hayes K.C. (1987). Maturation of postural sway in young children. *Dev Med Child Neurol*, 29(5), 650-658.
- Salaj S., Krmptotic M., Stamenkovic I. (2016). Are specific programs a threat to overall motor development of preschool children?/ali specifični programi ogrožajo splošen motorični razvoj pri predšolskih otrocih?. *Kinesiologia Slovenica*, 22(1), 47.
- Sgrò F. (2014). *Edu-Exergames. Tecnologie per l'educazione motoria*. Milano: Franco Angeli.
- Sgrò F., Monteleone G., Pavone M., Lipoma M. (2014). Validity analysis of Wii Balance Board versus baropodometer platform using an open custom integrated application. *AASRI Procedia*, 8, 22-29.
- Sgrò F. (2015). *Metodi e strumenti per la valutazione del movimento umano: Tecnologie per l'analisi della prestazione motori e casi studio*. Milano: Franco Angeli.
- Sgrò F., Lipoma M. (2015) Can an exergames training program improve the jump for height skill in childhood? A case study results. *TOJET – Turkish Online Journal of Educational Technology*, Special Issue for INTE 20015, 89-95.
- Sgrò F., Barresi M., Lipoma M. (2016). Analisi degli effetti di un protocollo di attività motoria mediato dagli exergames sui livelli di competenza delle abilità fondamentali in bambini della scuola. *Formazione & Insegnamento*, 14(1), 189-202.
- Sheehan D. P., Katz L. (2012). The impact of a six week exergaming curriculum on balance with grade three school children using the Wii Fit+. *International Journal of Computer Science in Sport*, 11(3), 5-22.
- Sheehan D. P., Katz L. (2013). The effects of a daily, 6-week exergaming curriculum on balance in fourth grade children. *Journal of Sport and Health Science*, 2(3), 131-137.
- Staiano A. E., Calvert S. L. (2011). Exergames for physical education courses: Physical, social, and cognitive benefits. *Child development perspectives*, 5(2), 93-98.
- Vernadakis N., Papastergiou M., Zetou E., Antoniou P. (2015). The impact of an exergame-based intervention on children's fundamental motor skills. *Computers & Education*, 83, 90-102.
- World Medical Association (2008). *Declaration of Helsinki: ethical principles for medical research involving human subjects*, 22 October 2008.



