



Effetti cognitivi della qualità dell'attività sportiva: quanto conta la complessità? Qualitative facet of motor training and its cognitive effects: is tacking complexity really relevant?

Francesco Maria Melchiori

Università degli Studi Niccolò Cusano- Telematica Roma

francesco.melchiori@unicusano.it

ABSTRACT

This study explores the possibility that habitual and continuous practice of a sport or training (non-professional) can determine a significant difference in maintaining the whole cognitive capacity of the individual and whether the motor complexity of the sport practised is a mediating variable of this correlation. The assessment of this hypothetical relationship would lead to the creation of personalized programs, which would ensure a better quality of life for the person in terms of well-being.

The type of motor activity practised by the 171 participants to the research was classified according to a revised version of Gentile Taxonomy, while the Cognitive Failures Questionnaire (CFQ) was administered as a non-pathological and non-specific tool able to detect problems linked to individual cognitive abilities.

Data analysis conducted to test the two hypotheses did not lead to statistically significant results in both cases. The explorative aim of the research was focused on studying the effects of the quality of motor activity rather than the simple amount of training. Therefore, it still contributes significantly to the development of the methodological approach to the problem both in the definition of measuring instruments and in the revision of the theoretical causal model.

Questo studio esplora la possibilità che la pratica abituale e continuativa nel tempo di uno sport (a livello non professionistico) possa determinare una differenza significativa nel mantenimento dell'insieme delle capacità cognitive dell'individuo e se la complessità motoria dello sport praticato sia una variabile mediatrice di questa relazione; l'accertamento di tale rapporto porterebbe alla costruzione di programmi personalizzati, funzionali a garantire una migliore qualità di vita della persona in termini di benessere (well-being).

È stata classificata la tipologia dell'attività motoria praticata dai 171 soggetti partecipanti alla ricerca in base ad una versione riadattata della Tassonomia di Gentile ed è stato somministrato il Cognitive Failures Questionnaire (CFQ) come strumento a bande larghe e specifico in grado di rilevare delle problematiche legate alle capacità cognitive individuali.

I risultati dell'analisi dei dati condotte per testare le due ipotesi non hanno condotto a risultati statisticamente significativi in entrambi i casi. Il carattere pilota della ricerca, finalizzato allo studio degli effetti della qualità dell'attività motoria invece della semplice quantità dell'impegno, contribuisce comunque in modo rilevante allo sviluppo dell'approccio metodologico al problema, sia nella definizione degli strumenti di misurazione che nella revisione del modello teorico di base.

KEYWORDS

Cognitive Failures Questionnaire, Tassonomia di Gentile, Effects of motor activity quality, Mediation analysis.

Cognitive Failures Questionnaire, Gentile's Taxonomy, Effetti della qualità dell'attività motoria, Analisi della moderazione.

1. Gli studi su attività fisica e capacità cognitive

Negli ultimi decenni, l'area di ricerca che si occupa di indagare la relazione tra quantità di attività fisica (sia intensa sia continuativa) e capacità cognitive ha visto incrementare notevolmente il numero di studi pubblicati, determinando la possibilità di fondare nuove linee di indagine in modo incrementale su una struttura sistematizzata e coerente.

In particolare, valutando le risultanze di ricerca degli ultimi dieci anni sulla correlazione tra pratica sportiva e abilità cognitive, è possibile evidenziare come:

1. Le prime ricerche effettuate in tal senso siano state caratterizzate da un approccio troppo generalista, che ha dedicato poco tempo alla definizione del modello teorico causale;
2. I successivi tentativi di sintetizzare le prove disponibili – andando a fondere diversi studi sul esercizio intenso e continuativo – abbiano portato a ritenere che la ricerca fosse principalmente a-teoretica e riconducibile a studi che richiedono una più precisa progettazione (riduzione dell'ambiguità);
3. La successiva ricerca sia stata da un lato fondata sulle teorie attuali circa il funzionamento del cervello e dell'attenzione e dall'altro focalizzata su specifici aspetti del rapporto tra esercizio fisico e sistema cognitivo.

Analizzandole dal punto di vista del tipo di attività svolta dagli individui, quelle sull'esercizio continuativo (Hillman, Erickson, & Kramer, 2008; McMorris, Phillip, Tomporowski, Audiffren, 2009) si caratterizzano per l'ipotesi che i meccanismi che mediano il legame tra attività fisica e cognizione includano il fitness cardiovascolare, la struttura cerebrale e la circolazione, e la stimolazione neurotrofica. Infatti la connettività funzionale superiore nelle reti neurali e un maggiore volume della materia grigia nella corteccia prefrontale sembrano mediare il rapporto tra fitness cardiovascolare e capacità cognitive. Conversamente, nelle ricerche che studiano l'esercizio intenso, invece, i principali mediatori putativi da un punto di vista cognitivo-psicologico sono i cambiamenti di sollecitazione e di risorse assegnabili a compiti (cognitivi), mentre per le neuroscienze e per le prospettive psico-fisiologiche, i mediatori ipotizzati comprendono gli aumenti indotti dall'esercizio fisico in catecolamine e fattori neurotrofici. In questo caso, i ricercatori hanno anche identificato il ruolo moderatore svolto dalle caratteristiche specifiche dell'attività fisica, il tipo di prestazioni cognitive coinvolte, e le caratteristiche dei partecipanti. I *parametri* di esercizio maggiormente indagati sono di natura quantitativa; per quanto concerne l'esercizio intenso infatti si sono presi in considerazione l'*intensità* e la *durata* del periodo di esecuzione delle performance, mentre nel caso dell'esercizio continuativo si è fatto riferimento alla frequenza di allenamento e alla durata dell'intervento. I fattori individuali correlati: all'età, al sesso, alla forma fisica, alle differenze individuali delle competenze cognitive e alle capacità motorie di coordinamento sport-specifico (Pesce, 2009) sono da considerarsi più rilevanti nel caso dell'esercizio intenso.

Nelle ricerche riguardanti attività fisica (Sattelmair, Jacob, et al., 2011) con esercizio intenso e continuativo, il focus ha riguardato prevalentemente la moderazione o mediazione rappresentato dai parametri quantitativi dell'esercizio fisico e delle sue conseguenze fisiologiche. Questa attenzione su parametri quantitativi probabilmente riflette il punto di vista predominante, 'medico', da cui i ricercatori generalmente esaminano le relazioni dose-risposta tra i risultati dell'attività e la sa-

lute fisica per ricavare le linee guida di prescrizione. Di recente, la posizione della American College of Sports Medicine (Garber, Blissmer, Deschenes, Franklin, Lamonte, & Lee, 2011) sottolinea la necessità di considerare la quantità e la qualità di esercizio per la promozione della salute. Tuttavia, l'evidenza scientifica prodotta in relazione alla prima ancora prevale in gran parte sulla seconda. Il fatto che il ruolo svolto da aspetti esercizio 'qualitativi' rimanga non verificato può anche essere una conseguenza della difficoltà di operativizzare l'eterogeneità e la multidimensionalità del costrutto sulla qualità del esercizio.

Nel suo articolo, Pesce (2012) osserva che la frequente covarianza delle caratteristiche quantitative e qualitative degli esercizi fisici limita la possibilità di individuare lo specifico impatto di questo specifico elemento sul sistema cognitivo. In tale prospettiva si pone l'affermazione della necessità di esplorare se gli effetti dell'esercizio sulle capacità cognitive possono variare in funzione della complessità coordinative e cognitiva dei compiti di movimento. Inoltre, con una ricerca successiva (Garber, Blissmer, Deschenes, Franklin, Lamonte, & Lee, 2011) si è voluto presentare lo stato dell'arte predisponendo una meta-analisi degli studi di intervento al fine di determinare gli effetti dell'esercizio regolare sulle funzioni cognitive e metacognitive dei bambini e degli adolescenti, le abilità cognitive nella vita quotidiana, il successo accademico e la realizzazione personale. In particolare, pur restando un'evidente associazione positiva tra i programmi di esercizio fisico e i risultati scolastici/accademici, resta sempre aperto il dibattito sull'aspetto qualitativo dell'intervento (Pesce, Crova, Marchetti et al., 2013), ovvero sulla necessità di indagare il come avvengono le relazioni del modello teorico piuttosto del quando (inteso come correlazione o compresenza). Al riguardo, uno studio condotto da Pirrie, e Lodewyk (2012) ha indagato l'esistenza di differenze di apprendimento cognitivo in presenza di moderata o intensa attività fisica analizzando quattro processi specifici, quali: la pianificazione, l'attenzione e l'elaborazione simultanea e successiva; ne è emerso che si registrano miglioramenti correlati a un'intensa attività fisica solo nell'area della pianificazione. Il lavoro di ricerca riconducibile a J.R. Best (2012) ha poi verificato che non vi è una vera e propria attinenza tra intensità dell'esercizio fisico e sviluppo della abilità cognitive, aprendo così un'ulteriore filone di ricerca, alternativo a quello trattato in questo studio, inerente alle modalità di capitalizzazione di queste evidenze empiriche al fine di sviluppare strategie di intervento anche per situazioni atipiche come ad esempio quella costituita da un soggetto con disturbi comportamentali.

Le osservazioni proposte evidenziano la necessità di indagare, al di là del quadro dei parametri quantitativi di attività fisica, il rapporto esercizio-attività cognitive sia nella prestazione 'intensa' sia in quella 'continuativa'.

2. La relazione quantitativa tra esercizio fisico e attività cognitiva

Un'interessante definizione data da Pesce (2012) riguarda la distinzione principale tra 'in-task' e 'off-task' in cui l'esercizio fisico è concomitante o antecedente alle prestazioni cognitive. In entrambi i casi, i parametri quantitativi dell'esercizio fisico, e soprattutto dell'intensità, sono stati manipolati per esaminare implicitamente o esplicitamente la relazione dose-risposta. La stessa autrice afferma che si registra un effetto positivo delle prestazioni cognitive durante l'esercizio fisico eseguito stabilmente, e un effetto negativo nel caso di esercizio incrementale e faticoso; andamento analogo a quest'ultimo si registra nel caso di esercizio intenso effettuato con particolare forza. È tuttavia importante precisare che sembra non

esserci ancora chiarezza circa la relazione quantitativa esercizio fisico-abilità cognitive: alcune prove esistenti infatti non supportano l'ipotesi secondo cui le prestazioni cognitive migliorerebbero con l'aumentare dell'intensità dell'esercizio e l'eccitazione indotta dall'esercizio fisico, fino ad un punto ottimale per poi degradare (teoria della U invertita¹). Mentre altre suggeriscono che la funzione che descrive l'effetto dell'intensità dell'esercizio sulla cognizione varia a seconda del tipo e della complessità delle funzioni cognitive misurate, manifestando i benefici maggiore nel caso di intensità moderata rispetto a intensità massime.

Altri approcci teorici – con potenziali implicazioni in termini di rapporto dose-risposta – sono costituiti dalle teorie di allocazione delle risorse e dai modelli cognitivi-energetici (McMorris, Tomporowski, & Audiffren, 2012). Questi sono basati sull'ipotesi che le prestazioni cognitive dipendano dall'assegnazione delle risorse energetiche attraverso lo sforzo mentale, e che l'esercizio intenso influenzi i sistemi cerebrali responsabili di tale allocazione. L'esercizio intenso dunque sembra essere responsabile di una più allocazione delle risorse più o meno efficace, a seconda del tipo, della complessità e del tempo del compito cognitivo. Tuttavia, nessuna conclusione su una relazione dose-risposta è possibile in maniera univoca, perché la maggior parte degli studi svolti sul esercizio intenso e sui compiti cognitivi più complessi sono stati condotti solo con intensità intermedia di esercizio.

2.1. Scopo della ricerca ed ipotesi

L'intento di questo lavoro è osservare dal un lato se sussistono differenze dal punto di vista cognitivo tra soggetti che praticano abitualmente, e a livello non professionalmente, sport di complessità differenti, e dall'altro indagare le eventuali diversità tra soggetti che praticano sport e un gruppo di controllo i cui componenti non esercitano abitualmente alcuna attività sportiva. Inoltre, gli indirizzi di ricerca suggeriscono l'opportunità di condurre un'analisi della mediazione come la complessità motoria possa essere una delle variabili esplicative della relazione (indiretta) tra X e Y.

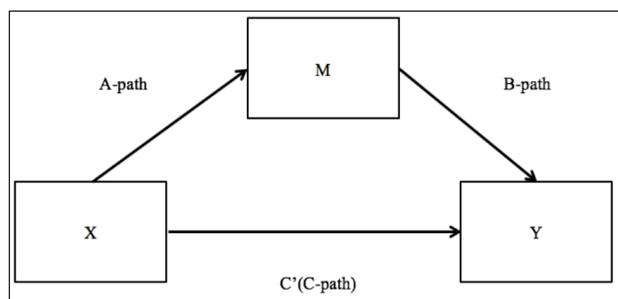


Fig. 1. Modello logico di mediazione

- 1 Il modello della U-invertita (Inverted-U model), noto anche come legge Yerkes-Dodson, è stato creato dagli psicologi Robert Yerkes e John Dodson nel 1908, in particolare rispetto alla relazione tra livelli di ansia dei soggetti e livelli di performance individuale e poi misurata in diversi studi che si sono occupati del rapporto tra livello di attivazione (arousal) e prestazione sportiva.

Dal punto di vista della raccolta dati ed analisi statistica, le ipotesi di ricerca sono due:

1. Esiste una differenza significativa tra soggetti che non praticano sport, che ne praticano uno mediamente complesso ovvero uno altamente complesso, in relazione alle problematiche cognitive percepite quotidianamente (come proxy del well-being personale);
2. La complessità motoria dello sport praticato ha il ruolo di mediatore nella relazione tra pratica sportiva e problematiche cognitive percepite quotidianamente.

2.2. Il disegno di ricerca

Lo studio ha principalmente carattere esplorativo; in questo senso si è cercato di mettere a frutto le suggestioni ricavate dall'attento studio della letteratura per rispondere alle ipotesi elencate nel paragrafo precedente

Il disegno della ricerca osservazionale (o correlazionale) – finalizzato allo studio di eventi, situazioni, contesti, pratiche e altri fenomeni sociali così come accadono – è stato definito intorno all'impianto di un'indagine per campione trasversale (*cross-sectional survey*); questa scelta è stata motivata dall'impossibilità di allestire e gestire una situazione sperimentale. Se da un lato infatti questa metodologia permette ai ricercatori di osservare i comportamenti individuali e sociali "on the fly", così come accadono, dall'altro il non intervento di manipolazione degli eventi (variabili indipendenti) mina la possibilità di stabilire nessi causali sulla relazione tra le variabili prese in esame. In altri termini, data la natura della raccolta dati, e non essendoci un controllo sperimentale, non vi è la possibilità di stabilire la catena causale delle relazioni osservate, e dunque di determinare l'origine degli effetti misurati in termini di *covariazione*, *ordinamento cronologico* e *eliminazione delle spiegazioni alternative* (criteri di causazione); in pratica, permette solo lo studio della covariazione tra le variabili nel sistema causale.

Diversamente, lo scopo di questo lavoro è stabilire il *come*, piuttosto del *quando*, si determina una relazione tra due variabili X e Y osservate empiricamente e l'analisi della mediazione proposta da Hayes è particolarmente adatta nel momento in cui si studiano delle correlazioni mai individuate precedentemente.

Il campione di ricerca è stato costruito selezionando soggetti – di entrambi i sessi e con età diverse – che praticano abitualmente sport non professionistico, e operando una suddivisione in gruppi rispetto alla complessità motoria. Si è poi selezionato un gruppo di controllo con le stesse caratteristiche del precedente, e composto da individui che hanno dichiarato di non praticare nessun tipo di attività sportiva. La descrizione dettagliata del campione sarà oggetto di una trattazione successiva.

A tutti i soggetti è stato somministrato il questionario CFQ allo scopo di verificare l'ipotesi che ci siano differenti capacità cognitive tra sport di complessità motoria e cognitiva differente e tra questi e i soggetti che non praticano sport. La misurazione delle variabili di riferimento è stata effettuata attraverso un questionario funzionale ad analizzare – sotto un profilo diagnostico – le capacità cognitive. In questa sede è opportuno sottolineare che, lo studio condotto in questo senso non ha avuto l'intenzione di indagare l'eventuale presenza di patologie cliniche, psicologiche o cognitive, pertanto la valenza del questionario stesso è solo ed esclusivamente quella di avere un indice di confronto tra i soggetti presi in esame.

2.3. Descrizione del campione di ricerca

Selezione dei soggetti

Per il reclutamento dei componenti del gruppo target sono state contattate un'associazione dilettantistica di running, una di pallanuoto e una di karate, mentre per quanto riguarda la selezione del gruppo di controllo si era inizialmente pensato al coinvolgimento degli studenti dell'Università Niccolò Cusano Telematica Roma.

In seguito alla mancata disponibilità delle prime due associazioni selezionate, però si è deciso di procedere alla selezione del campione attraverso il sistema *snowball sampling* (Goodman, 1961) (sistema a valanga o a palla di neve), contattando – attraverso i social media – gli studenti di Unicusano, e creando un effetto domino mediante gruppi WhatsApp; parallelamente sono state contattate altre associazioni sportive, e si è mantenuta collaborazione con la società di Karate, a cui si è poi aggiunta un'altra associazione di Fitness. Questa sinergia ha portato alla formazione di un campione complessivo di 171 unità.

Una disamina della numerosità del campione in base alla tipologia di analisi ha portato all'individuazione – in base alla scelta di un effect size medio e ad una Potenza stimata di 0,8 – di un campione minimo di 68 soggetti; si è poi scelto di testare la regressione più “complessa” tra M e Y (numero di predittori 2). L'ANOVA per condizioni simili conduce ad un livello di numerosità simile e completamente soddisfatto dal nostro studio. Questa attività è stata svolta attraverso il software GPower (Faul, Erdfelder, Buchner, & Lang, 2009).

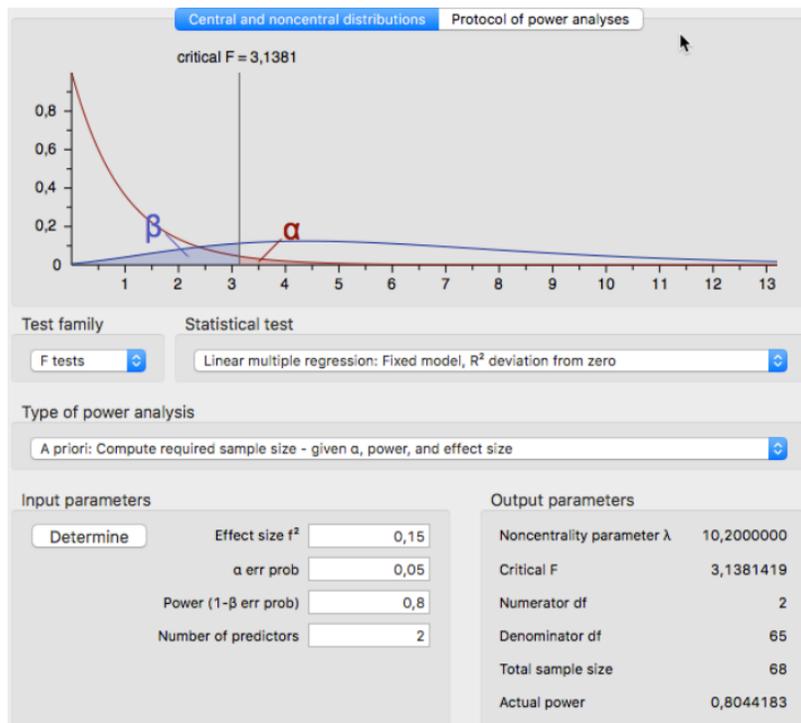


Fig. 2. Linear multiple regression model: output parameters

Dati generali

I questionari inviati sono stati 171, di cui 146 (85,38%) restituiti compilati. Rispetto al campione totale, 61 rispondenti (41,78%) sono maschi, e 85 (58,22%) sono femmine.

Sesso		
Maschi	61	41,78%
Femmine	85	58,22%

Rispetto alla caratteristiche fisiche dei partecipanti si è rilevato che:

- L'età è compresa tra i 18 e i 67 anni; la media – stimata a 40 anni – non si discosta molto dal dato più ricorrente: 39 anni;
- Il peso varia dai 43kg ai 103kg, con media pari a 67,42kg;
- L'altezza varia da 152cm a 198cm, con valore medio pari a 170,81.

	media	moda	mediana	max	min
Eta	40	39	41	67	18
Peso	67,62	52,00	65,00	103,00	43,00
Altezza	170,81	39,00	170,00	198,00	152,00

Per quanto riguarda invece il titolo di studio, i diplomati rappresentano la maggioranza del campione (50%), seguiti dai laureati (44,52%). Inattesa è stata la presenza di soggetti con licenza media, pari al 4,11%. Il 66,67% sono maschi e il 33,33% sono femmine, l'età varia dai 50 ai 66 anni, con il 66,67% di soggetti sotto i 60anni. Da quest'ultimo dato si evince che le femmine sono i soggetti oltre i 60 anni.

titolo di studio		
Laurea	65	44,52%
Diploma	73	50,00%
Licenza Media	6	4,11%
non ha risposto	2	1,37%

Un ulteriore raggruppamento ha riguardato le professioni, allo scopo di renderle omogenee. Quindi, per esempio, chi ha dichiarato come professione 'commerciantе' è stato inserito nella categoria 'imprenditore', così chi ha dichiarato 'partner' è stato inserito nella categoria 'libero professionista'. Si è preferito lasciare assenti i due soggetti 'assistente di volo' e 'pilota' che in un primo momento si volevano inserire nella categoria 'impiegato'. Impiegati (34,93%) e studenti (15,07%) rappresentano esattamente il 50% del campione; seguono poi i liberi professionisti con il 13,01%. Le restanti categorie (tutte sotto al 10% escludendo i soggetti che non hanno dichiarato la professione 1,37%) sia rappresentano il 35,62% del campione dal punto di vista dei soggetti analizzati, sia il 75% del totale delle professioni presenti. Un elemento di interesse e approfondimento è rappresentato dalle etichette *casalinga* e *pensionato*. Il primo gruppo presenta un'età compresa tra i 40 e i 61 anni; si può pensare che sia una professione in marcato declino, in quanto solo un soggetto ha 40 anni e il successivo ne ha 46. I soggetti di età compresa tra i 46 e i 59anni rappresentano il 62,50% dei casi.

Sempre all'interno di questo gruppo, un fattore di attenzione è costituito dal peso: questo infatti varia da 50kg a 65kg, con una media di 57,5kg; solo il 25% dei soggetti in questa categoria è nel gruppo di controllo (nessuno sport praticato). Nel secondo gruppo, solo il 25% appartiene al gruppo di controllo. In questa categoria l'età varia da 61 ai 67anni, con una percentuale di maschi pari al 62,50% e di femmine pari al 37,50%.

professione		
Assistente di volo	1	0,68%
Casalinga	8	5,48%
Educatore	7	4,79%
Impiegato	51	34,93%
Imprenditore	11	7,53%
Insegnante	7	4,79%
Libero professionista	19	13,01%
Militare	3	2,05%
Operaio	6	4,11%
Pensionato	8	5,48%
Pilota	1	0,68%
Studente	22	15,07%
non dichiarato	2	1,37%

Sulla suddivisione della giornata non ci sono molte osservazioni da fare. I dati acquisiti sembrano essere abbastanza bilanciati.

ore	media	moda	mediana
sonno	7,40	8	7
seduto	6,84	8	7
in movimento	8,34	10	8

Altro dato interessante è costituito dalla media – calcolata su tutto il campione (quindi comprendendo anche il gruppo di controllo) – dello sport praticato, che si attesta su livelli di esecuzione di circa 4,71h settimanali, una frequenza stimata di 3 volte a settimana, oltre 10 anni di pratica specifica e 16 anni complessivi di pratica sportiva continuativa. Questo dato fa pensare che anche se il gruppo di controllo rappresenta il 26,71% del campione, i restanti soggetti compensano ampiamente l'inattività dei primi.

Attività sportiva praticata	media	moda	mediana
ore alla settimana	4,71	2	3
volte alla settimana	2,92	2	3
anni pratica sport attuale	10,66	10	10
anni totali pratica sport (continuativi)	16,12	30	15

Il campione totale è stato suddiviso in:

- Gruppo di controllo, con un totale di questionari pari al 26,71%,
- Arti marziali, con complessità motoria (cm) alta pari al 15,07%,
- Corsa, con cm media, pari al 15,07%,
- Fitness, con cm media pari al 25,34%,
- Altri sport, pari al 17,81%

	tot	cm	%
Gruppo di controllo	39		26,71%
Arti Marziali	22	alta	15,07%
Corsa	22	media	15,07%
Fitness	37	media	25,34%
Altro sport	26		17,81%

Andando ad esplorare il dato del gruppo 'altro sport' si evidenzia che il 50% è composto da 'calcio', 'danza' e 'pallacanestro', che nel loro insieme rappresentano il 27,72% delle categorie presenti. L'elenco completo è visibile di seguito.

	tot	cm	%
Calcio	4	alta	15,38%
Ciclismo	1	media	3,85%
Danza	4	alta	15,38%
Nuoto	3	media	11,54%
Pallacanestro	2	alta	7,69%
Pallavolo	5	alta	19,23%
Pre-Pugilistica	1	media	3,85%
Scialpinismo	1	alta	3,85%
Tennis	1	alta	3,85%
Trekking	2	media	7,69%
Triathlon	2	alto	7,69%

Complessivamente si hanno 39,25% di CM alta e 60,75% di CM media.

complessità motoria		
Alta	42	39,25%
Media	65	60,75%

Il questionario CFQ ha un punteggio che varia da 0 a 100. I punteggi totalizzati rispetto a questa ricerca variano tra 9 e 71, con media pari a 35,71; il dato più ricorrente pari a 32.

È opportuno precisare che, non essendo scopo di questo lavoro l'analisi del CFQ dal punto di vista della situazione cognitiva dei soggetti analizzati, non si faranno riflessioni su questo dato; pertanto si rimanda a future ricerche indagare se il punteggio del CFQ possa indicare se l'attività sportiva dia un vantaggio cognitivo o meno al soggetto che lo pratica.

punteggio Questionario CFQ					
totale	media	moda	mediana	max	min
5100	35,17	32	33	71	9

2.4. Analisi dei dati

Ipotesi 1

L'ipotesi nulla associata a una variabile indipendente multi-gruppo è che tutte le medie dei gruppi siano uguali; ne consegue che esiste un effetto nel caso in cui le medie dei gruppi siano diverse. Ciò equivale a dire che la variabilità tra gruppi è diversa da zero. È importante notare come la devianza tra i gruppi rappresenti la variabilità legata all'effetto della variabile indipendente, mentre la devianza all'interno dei gruppi sia legata all'effetto di altre fonti di variazione, non imputabili a quello della variabile indipendente. Una volta calcolate le varie devianze, si decide se quella tra i gruppi è statisticamente maggiore di quella all'interno dei gruppi, così da concludere che la maggior parte della variabilità della variabile dipendente è dovuta alle differenze che gli individui presentano a causa del diverso gruppo a cui appartengono, e non al fatto che possono essere diversi all'interno di ogni gruppo. Il punto, però, è che la devianza tra i gruppi dipende dal numero k di gruppi, mentre la devianza all'interno dei gruppi dipende dal numero n di soggetti. In altri termini, le due somme di scarti al quadrato dalla media non sono sullo stesso piano. Se però si divide la devianza tra i gruppi per i suoi gradi di libertà, che sono uguali al numero di gruppi meno uno, e la devianza all'interno dei gruppi per i suoi gradi di libertà, che sono uguali al numero di soggetti meno il numero di gruppi, otteniamo delle varianze (Chiorri, 2011). Successivamente sono presentati i risultati di una ANCOVA che consente, in prima istanza, di stimare le differenze fra le medie dei gruppi con complessità di attività motoria diversa, come se i soggetti dei gruppi avessero lo stesso valore nelle variabili covariate (genere, peso, età, altezza, anni di pratica sportiva e status socioeconomico). Infatti l'ANCOVA è utile ogni volta si vuole determinare l'effetto di una variabile che potrebbe essere 'confuso' con quello di un'altra variabile. Inoltre, l'errore associato al modello con covariata è generalmente minore di quello di un modello senza covariata; dunque i test inferenziali associati alle differenze tra le medie sono più potenti, garantendo maggiori possibilità di ottenere un effetto significativo.

L'effetto della nostra VI categorica è valutato in base al test F e la sua significatività, l'interpretazione dell'effetto si baserà sulle differenze tra le medie predette, queste calcolate tenendo costante (o al netto delle) le covariate.

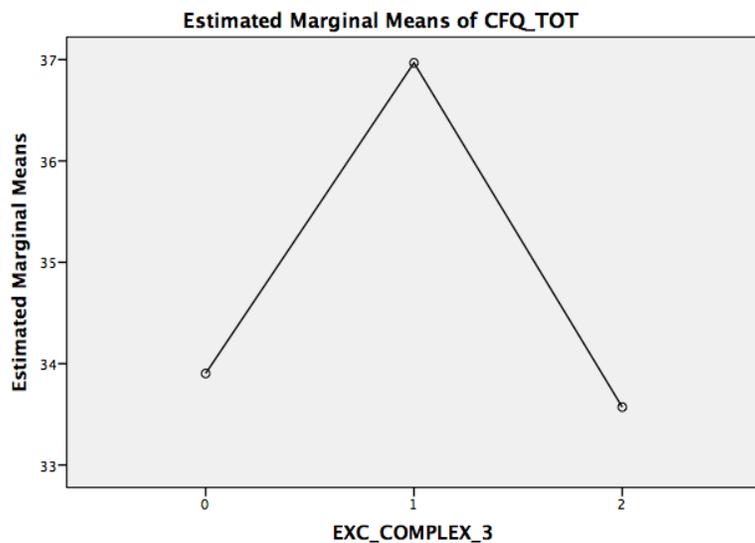
Variabile indipendente categorica VI Between-Subjects Factors		
		N
EXC_COMPLEX_3	0	39
	1	63
	2	40

Levene's Test of Equality of Error Variances ^a			
Dependent Variable: CFQ_TOT			
F	df1	df2	Sig.
,266	2	139	,767
Tests the null hypothesis that the error variance of the dependent variable is equal across groups. ^a			
a. Design: Intercept + Genere + ETA + Peso + Altezza + ANNI_PRATICA + SocioEco_Status + EXC_COMPLEX_3			

Per poter procedere con una ANOVA omoschedastica è necessario fare l'assunzione che le varianze dei k gruppi in analisi siano omogenee (altrimenti occorre procedere con una ANOVA eteroschedastica). I test per verificare l'omogeneità delle varianze sono numerosi; alcuni vengono applicati su campioni che seguono una distribuzione normale, altri vengono utilizzati per l'analisi non parametrica (campioni non gaussiani). Questi test si basano sull'analisi della varianza degli scarti dei valori campionari dalla media, o dalla mediana o dalla media-trimmed (gli ultimi due sono anche chiamati test di Levene modificati secondo Brown-Forsyth). Il test di Levene può essere applicato anche quando i k gruppi hanno diverse numerosità campionarie, come in questo caso. Una non significatività, $F(2, 139) = .266$ $p = .767$ quindi le varianze risultano omogenee.

Tests of Between-Subjects Effects							
Dependent Variable: CFQ_TOT							
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Noncent. Parameter	Observed Power ^b
Corrected Model	2795,867 ^a	8	349,483	2,318	,023	18,546	,868
Intercept	567,772	1	567,772	3,766	,054	3,766	,487
Genere	247,893	1	247,893	1,644	,202	1,644	,247
ETA	996,457	1	996,457	6,610	,011	6,610	,723
Peso	1867,531	1	1867,531	12,388	,001	12,388	,938
Altezza	357,490	1	357,490	2,371	,126	2,371	,333
ANNI_PRATICA	47,380	1	47,380	,314	,576	,314	,086
SocioEco_Status	32,974	1	32,974	,219	,641	,219	,075
EXC_COMPLEX_3	321,132	2	160,566	1,065	,348	2,130	,233
Error	20050,077	133	150,752				
Total	198480,000	142					
Corrected Total	22845,944	141					
a. R Squared = ,122 (Adjusted R Squared = ,070)							
b. Computed using alpha =							

La differenza tra gruppi non è significativa, pertanto sono stati esclusi i confronti con il metodo dei contrasti, né sono stati condotti dei confronti post-hoc.



Covariates appearing in the model are evaluated at the following values: Genere = ,58, Età = 40,44, Peso = 67,58, Altezza = 170,84, Anni di pratica sportiva = 11,68, Status socioeconomico = ,37

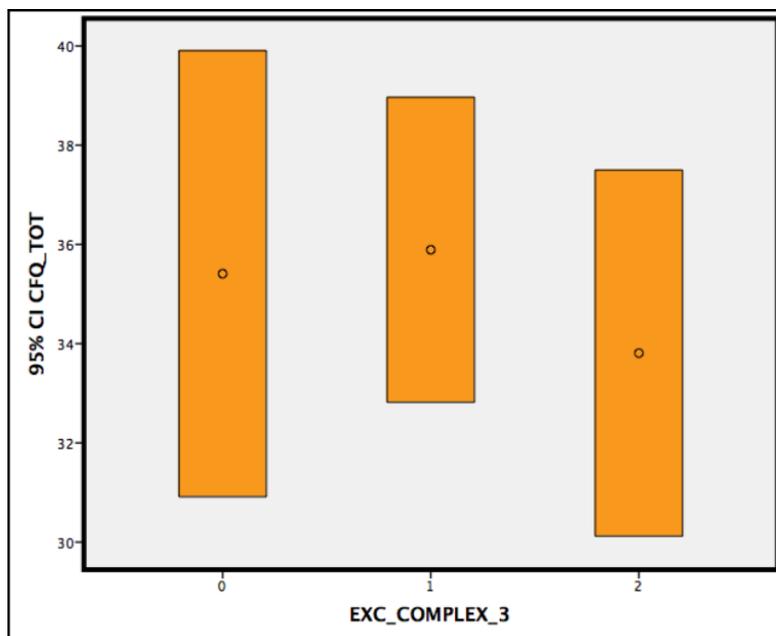


Fig. 3. Profile plots: %

Ipotesi 2

La funzione di mediazione di una variabile terza rappresenta il meccanismo con cui la variabile indipendente è in grado di influenzare quella dipendente, come schematicamente riportato nella precedente figura 3.

Affinché ci sia una mediazione, devono sussistere 3 condizioni da testare con l'analisi di regressione (Baron, Kenny, 1986), quali:

- La variazioni nei livelli della variabile indipendente determinano variazioni significative del mediatore;
- La variazioni del mediatore determinano variazioni nella variabile dipendente;
- Una volta inserito il mediatore, la relazione prima significativa tra la variabile indipendente e quella dipendente non è più significativa, con la più marcata dimostrazione dell'esistenza della mediazione completa quando il valore di tale relazione è pari a "0".

La porzione superiore della figura rappresenta l'effetto di X su Y (effetto totale) prima d'inserire il mediatore, mentre la porzione inferiore raffigura l'introduzione del mediatore.

X = variabile indipendente;

Y = variabile dipendente;

M = mediatore

c = effetto totale;

c' = effetto diretto di X su Y una volta introdotto il mediatore;

a = effetto della variabile indipendente sul mediatore;

b = effetto del mediatore sulla dipendente, una volta inserita la variabile indipendente.

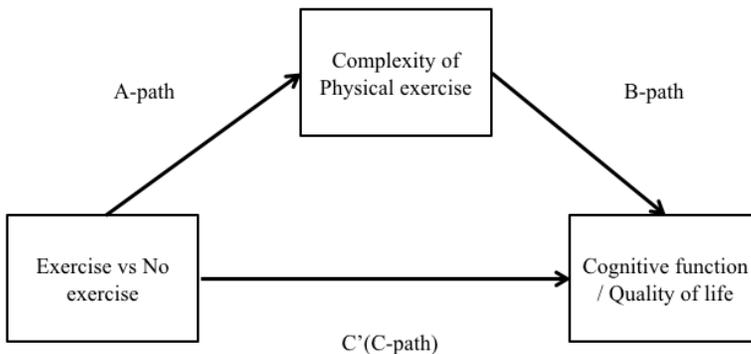


Fig. 4. Indirect effect of Fitness on Quality of life/cognition through Complexity of Physical exercise

Model Summary								
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics			
					R Square Change	F Change	df1	df2
1	,012 ^a	,000	-,007	12,643	,000	,020	1	144

Model Summary	
Model	Change Statistics
	Sig. F Change
1	,887

a. Predictors: (Constant), EXC_COMPLEX_2						
ANOVA ^a						
Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	3,217	1	3,217	,020	,887 ^b
	Residual	23016,838	144	159,839		
	Total	23020,055	145			

- a. Dependent Variable: CFQ_TOT
 b. Predictors: (Constant), EXC_COMPLEX_2

Si è inoltre condotta una regressione semplice con CFQ TOTALE come variabile dipendente e Attività/Pratica Motoria come variabile indipendente. Il modello di regressione spiega una quasi nulla proporzione di varianza, $R^2 = .000$, $F(1, 144) = .020$, $p < .887$.

Coefficients ^a						
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	35,410	2,024		17,491	,000
	EXC_COMPLEX_2	-,335	2,365	-,012	-,142	,887

- a. Dependent Variable: CFQ_TOT

Come si evince dalla tabella precedente il coefficiente di regressione è di scarsa entità e non statisticamente significativo. L'effetto della VI sulla VD corrisponde a un $b = -,335$, $t(144) = -,142$, $p < .887$.

Conclusioni

Con il progetto realizzato si è voluto indagare su quello che sembra rappresentare lo scenario della ricerca in ambito cognitivo/motorio – ovvero il rapporto tra attività fisica e capacità cognitive – prendendo come riferimento principale lo studio condotto da Pesce (2012), e perseguendo un approccio qualitativo differente da quello preferito dalla maggioranza della produzione scientifica recente, che tende alla direzione della quantità.

Si è certi, ad oggi, che a fronte di una maggiore intensità o maggiori sollecitazioni dal punto di vista motorio, (per esempio incrementare il numero delle ripetizioni di uno stesso esercizio) si riesca ad ottenere dei miglioramenti dal punto di vista cognitivo; non si ha però altrettanta evidenza scientifica a riscontro del come una variazione del tipo di esercizio effettuato operi rispetto a questi cambiamenti: mancano dunque le basi per poter stabilire cosa far fare rispetto ad un risultato che si vuole ottenere.

Si è quindi voluto mettere a confronto diverse attività sportive utilizzando il concetto di *complessità motoria*; allo scopo, si è suddiviso il campione in complessità motoria *media* e complessità motoria *alta*, in base al modello modificato della 'Gentile's Taxonomy' (Gentile, 1972), uno strumento che viene utilizzato nella pratica sportiva in fase di allenamento per l'apprendimento motorio. In questo modo sono stati messi a confronto differenti complessità motorie rispetto a capacità cognitive acquisite in domini sportivi differenti.

Per effettuare la ricerca si è optato per un disegno osservazionale attorno ad un impianto cross-sectional survey, nella consapevolezza che con questa scelta si sarebbe potuto mettere in crisi la possibilità di poter ottenere delle conclusioni causali, dovuta all'impossibilità di manipolare le variabili indipendenti. Si è quindi controllato il modello di relazione della variabile X (esercizio) con la variabile Y (cognitivo) attraverso la variabile M (complessità motoria) per verificare le covariazioni mai individuate precedentemente tra X e Y.

Le analisi dei dati non hanno restituito risultati in grado di supportare significativamente – e in termini causativi – entrambe le ipotesi definite.

In un'ottica di analisi esplorativa, comunque, i risultati ottenuti permettono di considerare che tra 'qualità' (intesa come "cosa faccio") e 'quantità' (intesa come "intensità della pratica") un miglioramento in ambito cognitivo, tramite l'attività fisica, sia dovuto tramite la 'quantità'. Sarebbe quindi importante lavorare in termini di *carico motorio*, lasciando la scelta del tipo di sport alla casualità tipica di questo ambito. È anche vero che il questionario utilizzato (CFQ) lasci aperte alcune domande circa le dimensioni latenti individuabili per le quali si richiederebbe un'analisi fattoriale confermativa su un campione italiano sufficientemente numeroso in grado di accertarne la monodimensionalità (ovvero, che gli items del questionario non appartengano a dimensioni diverse dal costrutto in esame).

In ultima analisi, pur non avendo rilevato una variazione statisticamente significativa, questo studio ha portato alla luce alcuni aspetti che possono dare spunto a successivi approfondimenti, pur tenendo presente che la scarsità della produzione scientifica pubblicata sull'argomento della complessità motoria è probabilmente legata alla difficoltà di spiegare la relazione in termini qualitativi del "come e perché" piuttosto che del "quando e se". Sicuramente il concetto di complessità motoria e le modalità di classificazione meritano di essere approfondite, sia rivedendo l'adattamento della tassonomia utilizzato in questo elaborato, sia identificando modelli alternativi, con maggiore quantità di elementi distintivi, che possono meglio adattarsi all'eterogeneità delle discipline e degli sport praticati dalla popolazione generale.

In particolare, un'ulteriore opportunità di studio deriverebbe dalla focalizzazione sugli atleti professionisti o almeno a livello agonistico; predisponendo un impianto di ricerca *between subjects*, si potrebbe indagare la relazione tra sport praticato ed effetti sul soggetto in termini cognitivi, ponendoli in relazione con gli effetti in termini motori, per poter creare una sorta di strumento che possa verificare se il soggetto stia praticando uno sport che lo porti ad avere dei vantaggi in tali direzioni.

Riferimenti bibliografici

- Alvarez-Bueno, C., Pesce, C., Cavero-Redondo, I. et al. (2016). Association of physical activity with cognition, metacognition and academic performance in children and adolescents: a protocol for systematic review and meta-analysis. *BMJ OPEN*, 6(6).
- Banich, M. T. (2009). Executive Function: The Search for an Integrated Account. *Current Directions in Psychological Science*, 18(2), 49-100.
- Barnett, L. M.; Lai, S. K.; Veldman, S. L. C. et al. (2016). Correlates of Gross Motor Competence in Children and Adolescents: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Medicine*, 46, 1663-1688.
- Best, J.R. (2012). Exergaming Immediately Enhances Children's Executive Function. *Developmental Psychology*, 48 1501-1510.
- Biddle, S. J. H., Asare M. (2011). Physical activity and mental health in children and adolescents: a review of review. *British journal of sports medicine*, 45, 886-895.
- Bridger, R. S. Johnsen, S. A. K., Brasher, K. (2013). Psychometric properties of the Cognitive Failures Questionnaire. *Ergonomics*, 56(10), 1515-1524.
- Broadbent D. P.1, Ford, P. R., O'Hara, D. A., Williams, M. Casuer, J. (2017). The effect of a sequential structure of practice for the training of perceptual-cognitive skills in tennis. *Plos One*, 12(3).
- Carrigan, N., Barkus, E. (2016). A systematic review of cognitive failures in daily life: Healthy populations. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 63, 29-42.
- Clark, F. E. (2017). Cognitive Enrichment and Welfare: Current Approaches and Future Directions. *Animal Behavior Cognition*, 4(1), 52-71.
- Dong-Yang Fong, Li-Kang Chi, Fuzhong Li and Yu-Kai Chang (2014). The benefits of endurance exercise and Tai Chi Chuan for the task-switching aspect of executive function in older adults. *ERP study. Frontiers in Aging Neuroscience*, 6(oct).
- Federici S. (2017). Introduzione alle Neuroscienze: Fondamenti anatomo-fisiologici della mente. Dispense di Neuropsicologia. Università di Perugia, available at: <https://www.docsity.com/it/introduzione-alle-neuroscienze/930009/> [accesso 01.06.2017].
- Fedewa, A. L., Soyeon, A. (2011). The Effects of Physical Activity and Physical Fitness on Children's Achievement and Cognitive Outcomes: A Meta-Analysis. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 82(3), 521-535.
- Furley, P. A.; Memmert, D. (2012). Working Memory Capacity as Controlled Attention in Tactical Decision Making. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 34(3), 322-344.
- Furley, P., & Dörr, J. (2015). Perceptual-cognitive expertise in surfing. *Psychology of Sport and Exercise*, 22, 66-71.
- Furley, P., & Memmert, D. (2011). Studying cognitive adaptations in the field of sport: Broad or narrow transfer? A comment on Allen, Fioratou, & McGeorge. *Perceptual and Motor Skills*, 113(2), 481-8.
- Furley, P., Wood, G. (2016). Working Memory, Attentional Control, and Expertise in Sports: A Review of Current Literature and Directions for Future Research. *Journal of Applied Research in Memory and Cognition*, 5(4), 415-425. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jarmac.2016.05.001> [accesso 01.06.2017].
- Garber, C.E., Blissmer, B., Deschenes, M.R., Franklin, B.A., Lamonte, M.J., & Lee, I-M. (2011). American College of Sports Medicine, Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor, fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. Position stand. *A Medicine and Science in Sports and Exercise*, 43(7):1334-59.
- Garcia-Gonzalez, L., Moreno, A., Perla Moreno, M. et al. (2015). The relationship between quantity and level of competition, and cognitive expertise in spanish tennis players. *Kinesiology*, 47, 91-99.
- Gentile, A. M. (1972). A working model of skill acquisition with application to teaching. *Quest*, 17, 3-23.
- Goodman, L. A. (1961). Snowball sampling. *Annals of Mathematical Statistics*, 32(1), 148-170.
- Heppel, H.; Kohler, A., Fleddermann, M.-T. et al., The Relationship between Expertise in Sports, Visuospatial, and Basic Cognitive Skills. *Frontiers in Psychology*, 7.

- Hohman, T. J., Beason-Held, L. L., Lamar, M., & Resnick, S. M. (2011). Subjective cognitive complaints and longitudinal changes in memory and brain function. *Neuropsychol*, 25:125–130. https://it.wikipedia.org/wiki/Indice_di_massa_corporea [accesso 01.06.2017]
- Howell, D. L., Osternig, L. R., Koester, M. C., Li Shan Chou (2014). The effect of cognitive task complexity on gait stability in adolescents following concussion. *Experimental Brain Research*, 232(6), 1773-1782.
- Kelly, M. E., Loughrey, D., Lawlor, B. A., & Robertson, I. H. (2014). The impact of cognitive training and mental stimulation on cognitive and everyday functioning of healthy older adults: a systematic review and meta-analysis. *Ageing Res*, May,15, 28-43.
- Kerksick, C. M. (2011). *Nutrient Timing: Metabolic Optimization for Health, Performance, and Recovery*. Boca Raton, FL: CRC Press.
- Kessler, E.-M., Bowen, C. E., Baer, M., Froelich, L., & Wahl, H.-W. (2012). Dementia worry: a psychological examination of an unexplored phenomenon. *Eur. J. Ageing*, 9 (4), 275-284.
- Kraft, K.P., Steel, K.A. Macmillan, F. et al. (2015). Why few older adults participate in complex motor skills: a qualitative study of older adults' perceptions of difficulty and challenge. *BMC Public Health*, 15. Available at: <https://doi.org/10.1186/s12889-015-2501-z> [accesso 01.06.2017].
- Life Skills Italia, *Cosa sono le Life Skills*. Bologna. Available at: www.lifeskills.it/le-10-life-skills [accesso il 06.06.2017].
- Markets and Markets (2017). *Cognitive Assessment and Training Market worth 8.06 Billion USD by 2021*. Available at: <http://www.marketsandmarkets.com/PressReleases/cognitive-assessment.asp>, [accesso 01.06.2017].
- North, J. S. Hope, E., Williams A. M. (2016). *The relative importance of different perceptual-cognitive skills during anticipation*, *Human Movement Science*. Netherlands: Elsevier.
- Ordnung, M., Hoff, M., Kaminski, E. et al. (2017). No Overt Effects of a 6-Week Exergame Training on Sensorimotor and Cognitive Function in Older Adults. A Preliminary Investigation. *Frontiers in Human Neuroscience*, Available at <https://doi.org/10.3389/fnhum.2017.00160> [accesso 01.06.2017].
- Pajusco, E. (2017). *I disturbi cognitivi*. Available at: www.psicoterapiavicenza.com/disturbi-cognitivi [accesso 01.06.2017].
- Parrington, L. MacMahon, C., Ball, K. (2015). How Task Complexity and Stimulus Modality Affect Motor Execution: Target Accuracy, Response Timing and Hesitations. *Journal of Motor Behavior*, 47, 343-351.
- Pesce, C. (2009). *An integrated approach to the effect of acute and chronic exercise on cognition: the linked role of individual and task constraints*, *Exercise and cognitive function*. Wiley Online Library.
- Pesce, C. (2012). Shifting the focus from quantitative to qualitative exercise characteristics in exercise and cognition research. *Journal of Sport&Exercise Psychology* 34(6), 766-786.
- Pesce, C. Crova, C., Marchetti, R. et al. (2013). Searching for cognitively optimal challenge point in physical activity for children with typical and atypical motor development. *Mental Health and Physical Activity*, 6(3), 172-180.
- Pirrie, A. M. Lodewyk, K. R. (2012). Investigating links between moderate-to-vigorous physical activity and cognitive performance in elementary school students. *Mental Health and Physical Activity*, 5, 1, 93-98.
- Sattelmair, J. et al. (2011). Dose response between physical activity and risk of coronary heart disease. *Circulation*, 124, 1297, 1305.
- Socha, M., Witkowski, K., Jonak, W. et al. (2016). Body composition and selected anthropometric traits of elite Polish female judokas in relation to the performance of right-dominant, left-dominant, or symmetrical judo techniques in vertical posture (tachi waza). *Archives of Budo*, 12 257-265.
- Toner, J., & Moran, A. (2014). In praise of conscious awareness: A new framework for the investigation of continuous improvement in expert athletes. *Frontiers in Psychology, Cognition* 5, 769. Available at http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/63552/1/WHO_MNH_PSF_93.7A_Rev.2.pdf, [accesso 01.06.2017].
- Yu-Kai Chang, Yu-Hsiang Nien, Chia-Liang Tsai, Etnier, J. L. (2010). Physical Activity and Cognition in Older Adults: The Potential of Tai Chi Chuan. *Journal of Aging and Physical Activity*, 18, 451-472.

