

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO-BICOCCA

Scuola di scienze

Dipartimento di Scienze dei Materiali

Corso di laurea in Ottica e Optometria



Il "Quiet Eye" nel tiro libero a canestro. Valutazione dei parametri di attenzione e meditazione e una nuova proposta di training.

Relatore: Prof.ssa Adele SASSELLA

Correlatore: Prof. Andrea PIROTTA

Dott.ssa Anna SAITO

Tesi di laurea di:

Andrea ASTARITA

Anno accademico 2017/2018

Introduzione:

L' Ottico Optometrista è una professione "**polivalente**"(utile a diversi scopi, che vale per molti usi) e che per certi versi fa di tale caratteristica il suo più grande punto di forza. La professione di Ottico Optometrista riesce a legare fra loro ambiti molto diversi richiedendo competenze e campi di conoscenza sempre più complessi. È difficile trovare un' altra professione che consenta di lavorare spaziando dall' ambito clinico all'ambito commerciale, dalla riabilitazione al campo sportivo. Proprio l'ambito sportivo sembra avere per l'optometria uno sviluppo con grande potenziale di crescita. Negli ultimi anni infatti sono state sviluppate strumentazioni sempre più complesse e all' avanguardia seguite da nuove filosofie di training che in parte stanno sempre più sostituendo le prime tecniche di VT(Visual Training). Lo studio delle abilità visive degli atleti infatti sembra mostrare che i migliori giocatori possiedano delle caratteristiche visive differenti rispetto ai medi giocatori o ai non atleti, anche se non tutti gli autori sembrano concordare con questa tesi. In particolare non è ben chiaro se la differenza tra giocatori d'élite e medi giocatori stia nel sistema visivo stesso o nel modo in cui le informazioni visive vengono elaborate. A partire da questo contrasto nella letteratura, nasce l'idea di chiarire se le ragioni di tale controversia siano realmente fondate o se in realtà entrambe le ipotesi facciano parte del medesimo sistema e pertanto vadano considerate come una cosa sola. L'abilità visiva di controllo dello sguardo (gaze control) denominata "**Quiet Eye**" (**QE**)¹ rappresenta l'occasione perfetta per far luce sulla questione. Il QE è definito come l'ultima fissazione oculare eseguita prima dell'ultimo movimento verso un target, il quale deve trovarsi entro 3° di angolo visuale. Tale fissazione deve essere poi mantenuta sul target per un minimo di 100ms. In particolare i migliori giocatori mostrano quest'ultima fissazione con una maggiore stabilità e per un periodo di tempo più prolungato rispetto ai medi giocatori, i quali invece non sembrano presentare strategie di controllo dello sguardo con la medesima efficienza. I primi studi sul QE li troviamo nel golf e nel basket rispettivamente nel "putting" e nel "tiro libero a canestro". In particolare, per mezzo di strumentazioni in grado di tracciare e registrare i movimenti oculari , gli "Eye Trackers", è stato possibile evidenziare delle differenze significative tra atleti d'élite e non atleti.

¹ Rienhoff, R., Tirp, J., Strauß, B., Baker, J., & Schorer, J. (2016). The 'quiet eye' and motor performance: a systematic review based on newell's constraints-led model. *Sports Medicine*, 46(4), 589-603.

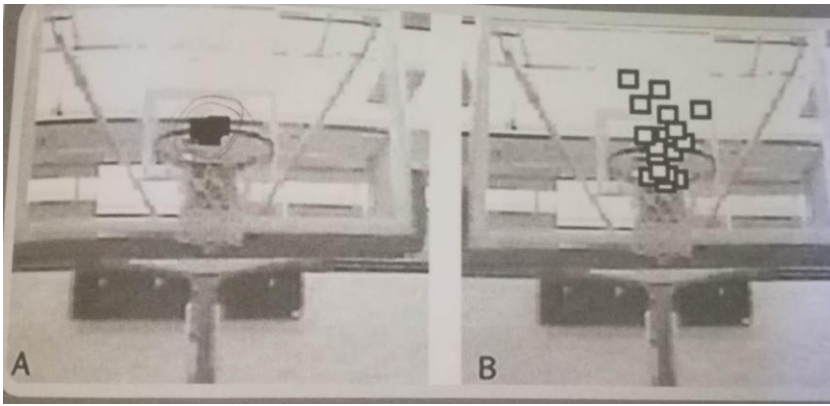


Figura 1. Confronto frequenza di fissazione tra giocatore A e B.

In questo studio (Figura 1), condotto su due giocatori di Basket (A e B), sono state registrate le frequenze di fissazione di entrambi gli atleti mediante Eye Trackers durante la realizzazione di cinque tiri liberi a canestro. È ben visibile come il giocatore A (percentuale realizzativa 86%) mantenga le proprie fissazioni in un range molto più circoscritto rispetto al giocatore B (percentuale realizzativa 65%), il quale mostra una maggiore esplorazione visiva.

Tale differenza, tuttavia, non è apparentemente spiegabile e numerosi autori attribuiscono al QE una origine innata.

Le recenti scoperte nel campo delle **Neuroscienze Cognitive**, però, hanno messo in evidenza che periodi più lunghi di QE sono la manifestazione di una miglior programmazione dei sistemi di controllo del movimento (attenzione dorsale), riducendo al minimo la distrazione scatenata da altri fattori interni o ambientali (attenzione ventrale)². Il QE pertanto si manifesta come abilità visiva legata al controllo delle fissazioni ma le sue radici sembrano stare nei centri di controllo del movimento ed in particolare sembra emergere un forte legame con l'attenzione.

L'obiettivo del lavoro di tesi è stato quindi quello di ribaltare le prospettive di studio sul QE. Tutti gli studi condotti fino ad ora sul QE sono partiti dall'analisi dei movimenti oculari (mediante Eye Trackers) per poi dedurre informazioni riguardo ai sistemi di controllo. L'idea innovativa di questo studio è stata quella di partire dall'analisi dei sistemi di controllo per estrapolare informazioni riguardanti il sistema visivo. **Il forte legame tra Optometria, Neuroscienze e sport emerge in maniera chiara nel QE e questo lo rende un'abilità visiva interessante da comprendere fino in fondo.**

² Gonzalez, C. C., Causer, J., Miall, R. C., Grey, M. J., Humphreys, G., & Williams, A. M. (2017). Identifying the causal mechanisms of the quiet eye. *European Journal of Sport Science*, 17(1), 74-84.

Materiali e metodi:

L'attività sperimentale è stata condotta su un campione di 25 giocatori di Basket(età media $20,24 \pm 4,70$ anni), appartenenti alla società Team '86 Basket Villasanta (MB), società militante nella serie C Silver italiana ed ha perseguito i seguenti obiettivi:

1. Confermare o confutare la correlazione tra i livelli di attenzione degli atleti e le performance realizzative.
2. Confermare o confutare la possibilità di effettuare training per l'attenzione e QE.
3. Verificare il ruolo dell'ansia da prestazione: in che modo influenza i livelli di attenzione e le performance?

Per l'analisi dei parametri di interesse, ovvero gli stati mentali di attenzione (concentrazione) e meditazione (relax) riferiti al giocatore, è stata utilizzata la cuffia Neurofeedback Neurosky Mindwave (USA). Un neurofeedback è uno strumento che, per mezzo di elettrodi posti in diverse aree del capo, permette di registrare e analizzare le onde cerebrali. Inoltre attraverso un neurofeedback è possibile insegnare all'individuo come sentire specifici stati di attivazione corticale e in che modo raggiungere tali stati volontariamente: in seguito a del training infatti, l'individuo diventa consapevole dei differenti stati EEG(elettroencefalografici) e diviene capace di produrli quando richiesto. La cuffia Neurosky Mindwave, inoltre, è in grado di captare delle variazioni "pesate" di onde cerebrali e attraverso uno specifico algoritmo (eSense Meter), restituisce dei valori in scala da 0 a 100 degli stati mentali di "attenzione" e "meditazione"³. L'analisi delle onde cerebrali e degli stati mentali appena citati sono poi visibili su un programma installabile sul proprio PC e osservabili live (figura 2).



Figura 2. Schermata

iniziale programma associato al Neurofeedback Neurosky Mindwave(sinistra), Immagine cuffia Neurofeedback Neurosky mindwave Mobile(destra)

³ Sałabun, W. (2014). Processing and spectral analysis of the raw EEG signal from the MindWave. *Przegląd Elektrotechniczny*, 90(2), 169-174.

L'attività sperimentale è stata poi suddivisa in quattro step:

1. Analisi Preliminare: In questa fase sono stati eseguiti dei test per includere o escludere soggetti dal campione in esame: AV binoculare (valore soglia di inclusione 0,1 LogMar), Forie in posizione primaria (valore soglia di inclusione 7DP eso/exo), Forie in posizione di tiro libero (valore soglia di inclusione 7DP eso/exo), cover test per analisi delle eterotropie (valore soglia di inclusione assenza di movimento), Fly Stereo acuity Test (valore soglia di inclusione 100' d'arco).

Tutti i test sono stati eseguiti seguendo le indicazioni standardizzate e hanno permesso di ridurre il campione da un numero di 30 soggetti ad un numero di 25 soggetti.

2-4. Sessione di tiro 1 (S1) e Sessione di tiro 2 (S2): Ai giocatori è stato richiesto di indossare la cuffia Neurosky Mindwave e di eseguire 20 tiri liberi a canestro, raccogliendo il pallone solo dal cesto posto di fianco a loro e non sono state date informazioni aggiuntive. I giocatori sono stati registrati sia mediante il Neurofeedback sia mediante registrazione video. Le due registrazioni sono state fatte partire simultaneamente per permettere successivamente un confronto dei dati istante per istante.

3. Training: In mezzo alle due sessioni di tiro è stato svolto un training della durata di 4 settimane, diviso in due fasi. Nella prima fase è stata utilizzata un'applicazione integrata con il programma in dotazione, attraverso la quale è stato possibile allenare i giocatori a raggiungere una concentrazione massima nel minor tempo possibile (tempo di massima attenzione). Nella seconda fase è stato seguito il modello standardizzato "Decision Training" di J.N Vickers, attraverso il quale è stato possibile istruire i giocatori sull'importanza del QE e in che modo eseguirlo correttamente.



Figura 3. Applicazione utilizzata per il training 1. La barra "attention" in basso mostra il livello di attenzione nel tempo; cronometro(in alto a sinistra) permette di registrare il "tempo di massima attenzione", visibile quando la barra "attention" si riempie completamente.

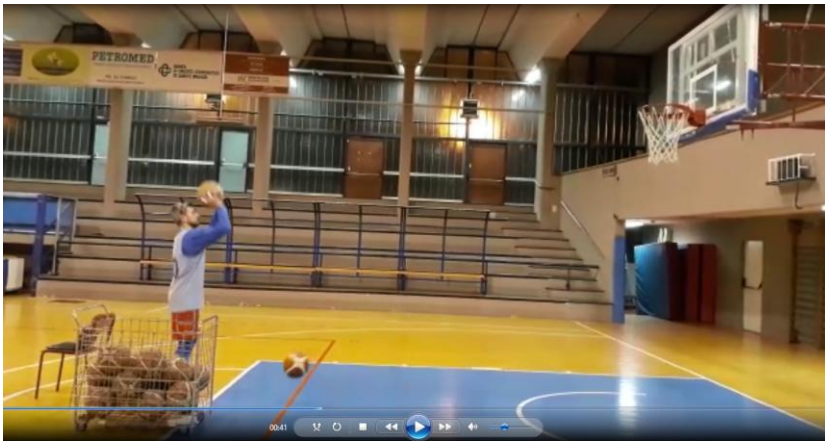


Figura 4. Confronto fra i dati del Neurofeedback e i dati video.

Presentazione dei risultati:

I dati trasferiti dal neurofeedback "Neurosky Mindwave Mobile" al computer sono stati registrati mediante Openvibe (<http://openvibe.inria.fr/>) e trascritti su foglio di calcolo Excel per essere analizzati(Figura 12).

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Time:512Hz	Epoch	Electrode	Attention	Meditation	Delta	Theta	Low Alpha
2	0.00000	0	7.200.000	5.100.000	6.900.000	8.191.700.000	2.515.100.000	1.046.800.000
3	0.00195	0	6.900.000	5.100.000	6.900.000	8.191.700.000	2.515.100.000	1.046.800.000
4	0.00391	0	7.400.000	5.100.000	6.900.000	8.191.700.000	2.515.100.000	1.046.800.000
5	0.00586	0	8.500.000	5.100.000	6.900.000	8.191.700.000	2.515.100.000	1.046.800.000
6	0.00781	0	9.800.000	5.100.000	6.900.000	8.191.700.000	2.515.100.000	1.046.800.000
7	0.00977	0	10.300.000	5.100.000	6.900.000	8.191.700.000	2.515.100.000	1.046.800.000
8	0.01172	0	7.300.000	5.100.000	6.900.000	8.191.700.000	2.515.100.000	1.046.800.000
9	0.01367	0	3.900.000	5.100.000	6.900.000	8.191.700.000	2.515.100.000	1.046.800.000
10	0.01563	0	4.300.000	5.100.000	6.900.000	8.191.700.000	2.515.100.000	1.046.800.000
11	0.01758	0	3.600.000	5.100.000	6.900.000	8.191.700.000	2.515.100.000	1.046.800.000
12	0.01953	0	2.500.000	5.100.000	6.900.000	8.191.700.000	2.515.100.000	1.046.800.000
13	0.02148	0	4.500.000	5.100.000	6.900.000	8.191.700.000	2.515.100.000	1.046.800.000
14	0.02344	0	5.700.000	5.100.000	6.900.000	8.191.700.000	2.515.100.000	1.046.800.000
15	0.02539	0	4.800.000	5.100.000	6.900.000	8.191.700.000	2.515.100.000	1.046.800.000
16	0.02734	0	1.900.000	5.100.000	6.900.000	8.191.700.000	2.515.100.000	1.046.800.000
17	0.02930	0	500.000	5.100.000	6.900.000	8.191.700.000	2.515.100.000	1.046.800.000
18	0.03125	0	2.100.000	5.100.000	6.900.000	8.191.700.000	2.515.100.000	1.046.800.000
19	0.03320	0	5.700.000	5.100.000	6.900.000	8.191.700.000	2.515.100.000	1.046.800.000
20	0.03516	0	7.600.000	5.100.000	6.900.000	8.191.700.000	2.515.100.000	1.046.800.000
21	0.03711	0	7.300.000	5.100.000	6.900.000	8.191.700.000	2.515.100.000	1.046.800.000
22	0.03906	0	6.700.000	5.100.000	6.900.000	8.191.700.000	2.515.100.000	1.046.800.000
23	0.04102	0	6.100.000	5.100.000	6.900.000	8.191.700.000	2.515.100.000	1.046.800.000
24	0.04297	0	5.200.000	5.100.000	6.900.000	8.191.700.000	2.515.100.000	1.046.800.000
25	0.04492	0	4.450.000	5.100.000	6.900.000	8.191.700.000	2.515.100.000	1.046.800.000

Figura 5. Esempio schermata foglio di calcolo con dati raccolti da " Neurosky Mindwave Mobile".

Sono stati esclusi dall' analisi i valori per i quali la potenza del segnale di ricezione tra device e computer si presentava al di sotto del 75% e per valori di EEG anormali in cui l'ampiezza dell'onda era superiore a 100µV. Per ogni giocatore(n=25) sono stati raccolti e analizzati i dati relativi alla sessione di tiro 1(S1) e 2(S2), come mostrato in figura e sono stati calcolati i valori medi di attenzione e meditazione relativi ad ogni sessione.

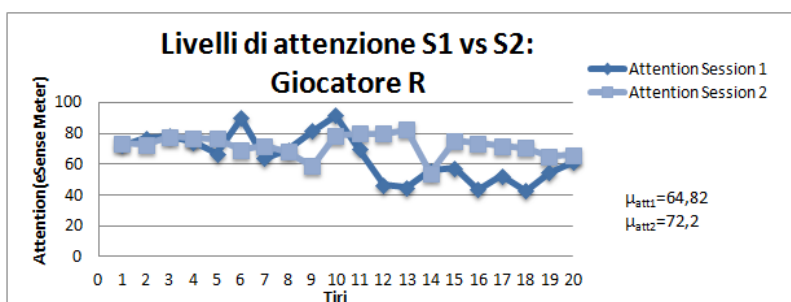


Figura 6. Esempio raccolta dati

L'analisi statistica è stata condotta nel seguente modo sia per il parametro "attenzione" sia per il parametro "meditazione":

1. Verifica della distribuzione normale mediante applicazione test di Kolmogorov-Smirnov (K-S test).

2. Analisi di correlazione fra le variabili calcolando il coefficiente di Pearson R e il coefficiente di distribuzione R^2 .

3. Applicazione t test per verificare se la differenza fra le variabili considerate è significativa ($p < 0,05$).

La ricerca di una correlazione tra l'attenzione e le performance realizzative ha prodotto il seguente risultato:

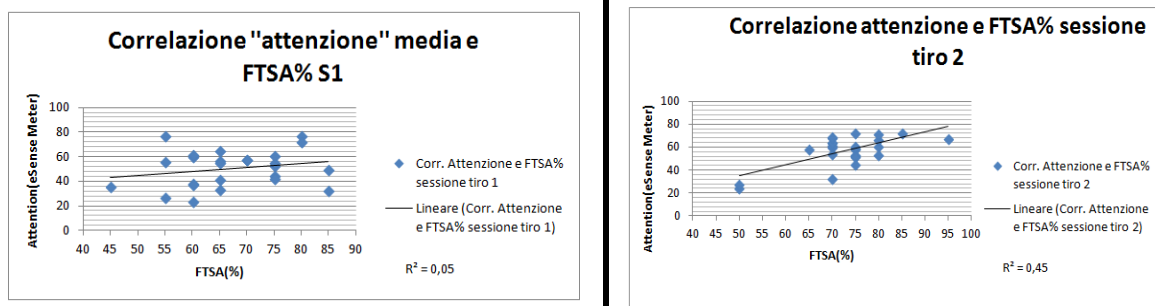


Figura 7. Calcolo del coefficiente di Pearson e di distribuzione, confronto fra S1 e S2

Il calcolo del coefficiente di distribuzione R^2 , il quale definisce la forza di una associazione fra due variabili, mostra come l'attenzione influenzi maggiormente le performance realizzative in S2 più che in S1, con una differenza di circa il 40%. Perché una così grande differenza fra le due sessioni?

Le ragioni di tale differenza vanno ricercate nel training. I risultati dei training 1 mostrano come l'84% dei giocatori migliori il "tempo di massima attenzione", ovvero impiegano meno tempo per raggiungere un livello di concentrazione elevato (confronto fra prima settimana e quarta settimana), con un miglioramento medio di 4,5 s.

Il training 2 invece mostra come il 96% dei giocatori aumentino il tempo di QE (misurato dall'istante prima dell'ultimo movimento verso il canestro all'istante in cui lo sguardo devia dal canestro), con un miglioramento medio di 3,17 s.

Le performance inoltre peggiorano solo per il 20% dei giocatori mentre rimangono costanti o migliorano per l'80%.

Per capire fino in fondo come i risultati del training abbiano avuto un impatto sulla differenza di correlazione tra attenzione e performance occorre però fare un passo ulteriore.

Andando ad analizzare l'attenzione media di tutto il campione tra sessione 1 e sessione 2 è emersa una differenza del 6,7%. Tale differenza è significativa e lo dimostra il t test, il quale mostra una probabilità di errore rifiutando l'ipotesi nulla inferiore al 5%.

Qual è la variabile che differisce tra S1 e S2? Il tempo di QE.

Aumentando il tempo di QE (aumento di circa 3,17s) tra S1 e S2, l'attenzione cresce del 6,7% e questo porta ad un aumento delle performance realizzative (per l'80% dei giocatori). Questo risultato è estremamente importante perché vengono raggiunti gli stessi risultati riscontrati in letteratura ma partendo da ipotesi e utilizzando strumentazioni totalmente differenti.

Inoltre dividendo il campione in esame in buoni tiratori (percentuale realizzativa superiore al 75%) e cattivi tiratori è risultato che i buoni tiratori mantengono livelli di attenzione superiori dei cattivi tiratori con una differenza proprio del 6-7%.

In ultima analisi si è ricercata una correlazione fra l'ansia da prestazione (espressa tramite lo stato mentale "meditazione") e l'attenzione. A differenza di quanto si può apprendere dalla letteratura, dove si mostra come l'ansia da prestazione abbia un impatto negativo sul tempo di QE, non sono state trovate differenze di correlazione evidenti (2-3% circa), anche se i migliori tiratori sembrano mantenere uno stato di relax superiore con differenze non significative.

Conclusioni:

Alla base di questo lavoro c'è la forte convinzione che l'analisi completa del sistema visivo non si possa fermare soltanto agli occhi. Questo studio ha dimostrato come anche dall'analisi dei sistemi di controllo si possano dare informazioni importanti riguardanti il sistema visivo e che probabilmente occhi e cervello fanno parte di un unico sistema nel quale gli occhi sono la manifestazione di ciò che avviene nelle aree più profonde. Certo, non è semplice andare ad indagare il cervello e sottolineo quanto sia stato difficile per me lavorare con uno strumento che mi ha richiesto competenze informatiche e neuropsicologiche non indifferenti.

Lo strumento analizza e invia dati con una frequenza di 512 Hz. Facendo un rapido calcolo basato su due sessioni di tiro libero della durata di circa due minuti, il tutto moltiplicato per 25 giocatori, non è difficile calcolare che il numero di dati analizzati sfiora i 3 milioni. Un'analisi statistica molto lunga e difficile che però ha prodotto degli ottimi risultati.

Il tempo di QE è una caratteristica risultata fondamentale per lo studio, in quanto un aumento del periodo di QE trascina con sé un aumento dell'attenzione la quale favorisce una miglior programmazione del movimento. L'aumento delle performance realizzative sono il risultato più lampante di tale processo.

Interessante per gli studi futuri sarà unire le informazioni di un Eye Tracker con quelle di un neurofeedback, in modo da poter stabilire con certezza l'esatto legame tra i due sistemi (attenzione e fissazioni). Quello che sembra emergere con altrettanta rilevanza, inoltre, è l'efficacia del training con neurofeedback. Le tipologie di training proposte in letteratura prevedono l'utilizzo esclusivo di Eye Trackers e contano di raggiungere risultati in non meno di sei mesi. Attraverso il neurofeedback è invece possibile agire sul sistema che controlla e modula i movimenti oculari e non sui movimenti oculari stessi. In questo modo è stato possibile raggiungere dei risultati ottimi in sole 4 settimane e per i giocatori è risultato piuttosto semplice capire le modalità di training.

Sarebbe sicuramente interessante lavorare su un singolo giocatore in modo tale da poter estrapolare delle informazioni minuziose e ultra specifiche senza dover lavorare su medie campionarie.

Questo studio apre a degli sviluppi notevoli nel campo del training su sportivi e richiede certamente competenze molto alte, quindi altamente professionalizzanti. A livello generale sarebbe inoltre interessante andare ad indagare gli effetti delle lenti e dei prismi sull'attenzione tanto da capire ancora meglio il legame tra le varie componenti del sistema visivo (accomodazione, vergenze ecc.) e il sistema attentivo.

Bibliografia:

Rienhoff, R., Tirp, J., Strauß, B., Baker, J., & Schorer, J. (2016). The 'quiet eye' and motor performance: a systematic review based on Newell's constraints-led model. *Sports Medicine*, 46(4), 589-603.

Hoffman, J.E., & Subramaniam, B. (1995). The role of visual attention in saccadic eye movement. *Perception & Psychophysics*

Vickers JN Perception, cognition and decision training: the quiet eye in action (pag.8-10). Champaign, IL: Human Kinetics, 2007

Newell, K. M., & McDonald, P. V. (1992). Searching for solutions to the coordination function: Learning as exploratory behavior.

Vickers, J. N. (1996). Visual control when aiming at a far target. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 22(2), 342.

Smith, R. A., & Lee, T. D. (1998). Motor control and learning: a behavioural emphasis. Champaign: Human Kinetics.

Vickers, J. N., Rodrigues, S. T., & Edworthy, G. (2000). Quiet eye and accuracy in the dart throw. *International Journal of Sports Vision*, 6(1), 30-36.

Vickers, J. N. (1996). Control of visual attention during the basketball free throw. *The American Journal of Sports Medicine*, 24(6_suppl), S93-S97.

Gonzalez, C. C., Causer, J., Miall, R. C., Grey, M. J., Humphreys, G., & Williams, A. M. (2017). Identifying the causal mechanisms of the quiet eye. *European Journal of Sport Science*, 17(1), 74-84.

Vickers, J. N. (1996). Control of visual attention during the basketball free throw. *The American Journal of Sports Medicine*, 24(6_suppl), S93-S97.

Harle, S. K., & Vickers, J. N. (2001). Training quiet eye improves accuracy in the basketball free throw. *The Sport Psychologist*, 15(3), 289-305.

Masters, R. S., & Maxwell, J. P. (2004). 10 Implicit motor learning, reinvestment and movement disruption. *Skill acquisition in sport: Research, theory and practice*, 207.

Beilock, S. L., & Carr, T. H. (2001). On the fragility of skilled performance: What governs choking under pressure?. *Journal of experimental psychology: General*, 130(4), 701.

Wolpaw, J. R., Birbaumer, N., McFarland, D. J., Pfurtscheller, G., & Vaughan, T. M. (2002). Brain–computer interfaces for communication and control. *Clinical neurophysiology*, 113(6), 767-791.

Tudor, M., Tudor, L., & Tudor, K. I. (2005). Hans Berger (1873-1941)--the history of electroencephalography.

Saławun, W. (2014). Processing and spectral analysis of the raw EEG signal from the MindWave. *Przegląd Elektrotechniczny*, 90(2), 169-174.

Joshua I. Ekandem , Timothy A. Davis , Ignacio Alvarez , Melva T. James & Juan E. Gilbert (2012) Evaluating the ergonomics of BCI devices for research and experimentation, *Ergonomics*, 55:5, 592-598, DOI: 10.1080/00140139.2012.662527.

Mindwave Mobile: User Guide

Patsis, G., Sahli, H., Verhelst, W., & De Troyer, O. (2013, June). Evaluation of attention levels in a tetris game using a brain computer interface. In *International Conference on User Modeling, Adaptation, and Personalization* (pp. 127-138). Springer, Berlin, Heidelberg.

Crowley, K., Sliney, A., Pitt, I., & Murphy, D. (2010, July). Evaluating a brain-computer interface to categorise human emotional response. In *Advanced Learning Technologies (ICALT), 2010 IEEE 10th International Conference on* (pp. 276-278). Ieee.

Vourvopoulos, A., & Liarokapis, F. (2014). Evaluation of commercial brain–computer interfaces in real and virtual world environment: A pilot study. *Computers & Electrical Engineering*, 40(2), 714-729.

Lee, K. (2009). Evaluation of attention and relaxation levels of archers in shooting process using brain wave signal analysis algorithms. *Sci Sensitivity*, 12(3), 341-350.92