

18° Congresso della Società Italiana di Analisi del Movimento in Clinica (SIAMOC)

Politecnico di Torino, Torino, Italia, 4-7 Ottobre 2017



Abstracts presentati nella:

Sessione Orale 7 – Sistema nervoso centrale e movimento

O41 - Rappresentazione corticale dei movimenti di reaching e grasping in soggetti sani.....	1
O42 - Calibrazione anatomica di sensori magneto-inerziali per la stima della cinematica degli arti superiori	2
O43 - Uno strumento grafico per la valutazione quantitativa della performance del controllo motorio nel cammino: analisi dell'effetto della maturazione e del dual task.	3
O44 - Correlazione tra parametri motori e cognitivi, in pazienti ambulatoriali con Sclerosi Multipla recidivante-remittente: uno studio di analisi del cammino 3D.....	4

O41 - Rappresentazione corticale dei movimenti di reaching e grasping in soggetti sani

C. Iacovelli¹, S.F. Storti², C. Simbolotti¹, L. Padua^{1,3}, C. Conte¹, G. Vannozzi⁴, A. Cereatti^{5,6}, P. Picerno⁷, G. Menegaz², P. Caliandro^{1,8}

¹Don Carlo Gnocchi Onlus Foundation, Milan, Italy ; ²Dept. of Computer Science, University of Verona, Italy; ³Institute of Neurology, Dept. Geriatrics, Neuroscience & Orthopaedics, Catholic University, Rome, Italy; ⁴Interuniversity Centre of Bioengineering of the Human Neuromusculoskeletal System (BOHNES), Dept. of Movement, Human and Health Sciences, University of Rome "Foro Italico", Italy; ⁵Information Engineering Unit, POLCOMING Dept, University of Sassari, Italy; ⁶Politecnico di Torino, Department of Electronics and Telecommunications, Italy; ⁷"eCampus" University, Novedrate (CO), Italy; ⁸Complex Operative Unit of Neurology, Fondazione Policlinico Universitario Agostino Gemelli, Rome, Italy.

INTRODUZIONE

I meccanismi tramite cui il sistema nervoso centrale controlla il movimento eseguito con gli arti superiori sono ancora poco chiari [1]. Il presente lavoro descrive l'approccio neurofisiologico che, attraverso la sincronizzazione tra EEG ad alta densità e sistema optoelettronico, consente di decodificare l'attività elettrica durante un movimento di reaching e grasping rispetto ad un'attività di riposo. Questo lavoro è propedeutico ad uno successivo nel quale saranno valutati i meccanismi neurofisiologici che consentono il recupero funzionale di movimenti finalistici come il reaching e grasping in pazienti affetti da ictus in fase acuta.

METODI

In 5 soggetti sani (42.4±5.4aa) si è effettuata l'acquisizione della performance motoria durante reaching e grasping (braccio destro/sinistro) mediante sistema optoelettronico con 8 telecamere ad infrarossi contemporaneamente alla registrazione EEG ad alta densità (64 canali). Diciotto marker sono stati posizionati su punti di repere anatomici seguendo il modello biomeccanico convalidato del tronco e degli arti superiori (Modello RAB-modificato). Al fine di indagare i cambiamenti legati all'attività cerebrale e localizzare le variazioni di attività relative al movimento nelle bande in frequenza α e β , si è applicato l'approccio relativo alla sincronizzazione/desincronizzazione evento-relata (ERS/ERD), che consente di quantificare la modulazione dell'EEG di fondo legata ad un evento. I valori dell'ERD/ERS sono espressi come variazione percentuale della densità spettrale di potenza tra le condizioni di movimento (Mov) e di riposo (sia pre-movimento, Rest1, che post-movimento, Rest2). Infine, si è eseguito il test di Wilcoxon con correzione di Bonferroni ($p < 0.05$) per identificare differenze significative tra la densità spettrale di potenza nelle condizioni di riposo e task.

RISULTATI

Mediante l'analisi della velocità del punto medio tra i marker del polso sono stati definiti l'inizio e la fine del ciclo "Reach-Grasp". Le mappe topografiche ERS/ERD sono state calcolate per tutti i trial e i soggetti e utilizzate per l'analisi individuale e di gruppo. L'analisi EEG ha evidenziato una significativa desincronizzazione del segnale EEG principalmente al di sopra della corteccia sensorimotoria in α e β , sia confrontando Mov vs. Rest1 che Mov. vs. Rest2, durante i movimenti di entrambi gli arti (Figura 1). La desincronizzazione è massima nelle aree controlaterali al movimento, ma risulta essere comunque presente nelle aree omolaterali al movimento. Si è osservato inoltre che la condizione di riposo post-movimento presenta un contenuto spettrale in α e β maggiore rispetto alla condizione di riposo pre-movimento.

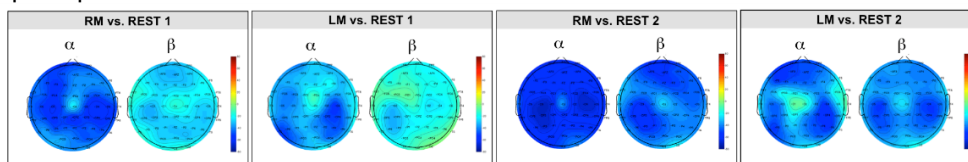


Figura 1. Desincronizzazione del segnale EEG in α e β , sia confrontando Mov vs. Rest1 che Mov vs. Rest2.

DISCUSSIONE

Lo studio dimostra che non solo le aree somatosensoriali e motorie dell'emisfero controlaterale al movimento vengono interessate dai cambiamenti elettrici, ma anche le corrispondenti aree omolaterali, ed in parte anche aree frontali ed occipitali, bilateralmente. In Rest2 si evidenzia una sincronizzazione dell'attività in α e β maggiore rispetto a quella rilevata in Rest1. Tali dati preliminari consentono di porre le basi per interpretare i cambiamenti dell'attività elettrica indotta da patologie acute come l'ictus e di monitorare le variazioni dell'attività elettrica in funzione dei cambiamenti nel tempo della performance motoria al fine di indentificare i processi neurofisiologici favorenti il recupero.

BIBLIOGRAFIA

[1] Minguiillon J, et al. *Plos One* 2015;10(5):e0128456

O42 - Calibrazione anatomica di sensori magneto-inerziali per la stima della cinematica degli arti superiori

P. Picerno¹, **P. Caliandro**^{2,3}, **C. Simbolotti**³, **C. Iacovelli**³, **M. Crabolu**⁴, **D. Pani**⁴, **G. Vannozzi**⁵, **A. Cereatti**^{6,7}

¹ Università “eCampus”, Novedrate, Italia, ² Fondazione Policlinico Universitario “Agostino Gemelli”, Roma, Italia, ³ Fondazione “Don Carlo Gnocchi” Onlus, Milano, Italia, ⁴ Università di Cagliari, Cagliari, Italia, ⁵ Università di Roma “Foro Italico”, Roma, Italia, ⁶ Università di Sassari, Sassari, Italia, ⁷ Politecnico di Torino, Torino, Italia

INTRODUZIONE

La stima della cinematica articolare mediante sensori inerziali e magnetici (MIMU) richiede la conoscenza dell’orientamento del sensore rispetto al sistema di riferimento anatomico (AF) del segmento su cui il sensore è fissato. Per gli arti superiori, gli AF sono stati definiti utilizzando la direzione dei vettori velocità angolare e gravità misurati dai MIMU durante specifici movimenti segmentali e posture, rispettivamente [1]. Tuttavia, soggetti in fase clinica iperacuta potrebbero presentare una mobilità limitata e potrebbero non essere in grado di assumere posture specifiche o eseguire movimenti di calibrazione. Questo studio ha avuto come obiettivo lo sviluppo di una procedura di calibrazione anatomica, basata su punti di reperi anatomici (AL) palpabili, per la stima della cinematica articolare degli arti superiori.

METODI

8 soggetti sani sono stati impiegati nello studio di validazione. ALs per il torace, braccio e avambraccio sono stati identificati e marcati da un operatore. Gli AFs sono stati definiti secondo le raccomandazioni della Società Internazionale di Biomeccanica [2]. Un MIMU è stato fissato con orientamento arbitrario su ciascuno dei tre segmenti. Un MIMU accessorio è stato montato su uno specifico calibro per la misura della direzione e della lunghezza di assi anatomici definiti dagli ALs identificati [3]. Marcatori catarifrangenti sono stati poi fissati sugli ALs e la loro traiettoria registrata da un sistema stereofotogrammetrico per calcolare la cinematica di riferimento. La testa dell’omero è stata identificata come suggerito da [4]. I dati sperimentali sono stati acquisiti mentre i soggetti eseguivano tre movimenti non consecutivi di reach&grasp dalla posizione eretta. La cinematica toraco-omerale e del gomito è stata espressa in termini di piano di elevazione dell’omero (AEP), angolo elevazione dell’omero (AEA), rotazione assiale dell’omero (AR), flesso-estensione del gomito (EFE), prono-supinazione del gomito (EPS). Gli angoli di postura e l’escursione articolare (RoM) sono stati estratti per la validazione del metodo mediante analisi statistica. L’analisi di Bland and Altman per misure ripetute e il coefficiente di Pearson sono stati utilizzati rispettivamente per valutare la concordanza e la correlazione tra i due metodi.

RISULTATI

I risultati dell’analisi statistica sono riportati in tabella.

Tabella 1. Valore di riferimento, bias, limiti di concordanza superiori e inferiori (LOA) e coefficiente di correlazione (*r*) relativi agli angoli di postura e al RoM ottenuti utilizzando i due metodi (* *p*<.05).

	RoM				angoli di postura		
	reference (bias)	u-LOA	l-LOA	<i>r</i>	reference (bias)	u-LOA	l-LOA
AEP	71.8° (1.4°)	7.2°	-4.4°	0.974	n/a	n/a	n/a
AEA	71.7° (-3.6°)	4.3°	-11.5°	0.926	14.1° (3.4°)	11.8°	-5.1°
AR	153.3° (3.1°)	13.4°	-7.2°	0.967	26.7° (5.1°)	27.3°	-17.1°
EFE	113.4° (3.6°)	16.3°	-9.2°	0.991	7.4° (-5.7°)	18.3°	-29.6°
EPS	52.8° (2.3°)	11.6°	-7.1°	0.983	24.9° (0.6°)	10.6°	-9.3°

DISCUSSIONE

I risultati mostrano come i MIMUs calibrati mediante il metodo proposto possono essere utilizzati come un’alternativa per la stima della cinematica degli arti superiori al di fuori del laboratorio. Il RoM si è mostrato concordante, molto correlato e senza differenze statisticamente significative rispetto ai valori di riferimento. Gli angoli di postura, seppur caratterizzati da un basso bias non significativo, hanno mostrato LOA ampi, soprattutto in corrispondenza di AR e EFE.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Cutti AG, et al. *Med Bio Eng Comput* 2008;46(2):169-78.
- [2] Wu G, et al. *J Biomech* 2005;35(4):543-8.
- [3] Picerno P, et al. *Gait Posture* 2008;28(4):588-95.
- [4] Rab G, et al. *Gait Posture* 2002;15(2):113-9.

O43 - Uno strumento grafico per la valutazione quantitativa della performance del controllo motorio nel cammino: analisi dell'effetto della maturazione e del dual task.

M.C. Bisi¹, L. Mancini¹, P. Tamburini¹, R. Stagni¹

¹ *DEI, Università di Bologna, Bologna, Italia*

INTRODUZIONE

Sempre maggiore interesse è rivolto alla comprensione dello sviluppo del controllo motorio del cammino durante l'arco della vita [1,2]. Il cammino è infatti un potente strumento diagnostico e prognostico per l'analisi della performance del controllo motorio, sempre più utilizzato anche grazie alla diffusione sistemi di valutazione user-friendly e portatili [3]. In questo contesto, la metodologia dual task (DT) è spesso introdotta per valutare l'utilizzo delle risorse attentive nel controllo del cammino [2,3]. Tradizionalmente la performance nel cammino è analizzata tramite la valutazione dei parametri spaziotemporali del passo [2]. Recentemente sono stati proposti altri parametri quantitativi con lo scopo di evidenziare caratteristiche legate al comportamento del controllo motorio [4]. Questo lavoro ha lo scopo di analizzare in maniera comprensiva lo sviluppo del cammino durante la maturazione in single task (ST) e DT, osservando come le diverse misure quantitative cambino con la crescita dall'infanzia all'età adulta. Al fine di ottenere una rappresentazione sintetica dei risultati, è stato progettato e proposto uno strumento grafico per la valutazione della performance nel cammino.

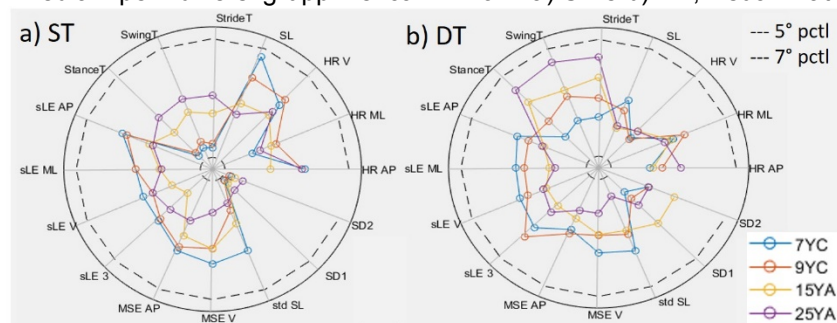
METODI

Quaranta soggetti sani hanno partecipato allo studio: dieci bambini di 7 anni (7YC), dieci di 9 anni (9YC), dieci adolescenti di 15 anni (15YA) e dieci giovani adulti (25YA). Accelerazione e velocità angolare di tronco e gambe sono stati acquisite mediante tre sensori inerziali. I partecipanti hanno camminato a velocità spontanea in condizione ST e di DT cognitivo: il DT consisteva nel contare all'indietro sottraendo n partendo da un numero random (n era 3 per i bambini, 8 per gli adolescenti e 7 per gli adulti). Per ogni partecipante sono stati analizzati 20 passi. La lunghezza di stride normalizzata (SL), il tempo di stride (StrideT), di swing (SwingT) e di stance (StanceT), la deviazione standard della SL e dello StrideT (stdSL, stdStrideT), i Poicarré plot dello StrideT (SD1 and SD2), e la step symmetry sono stati stimati sulla velocità angolare di gamba [4]. L'harmonic ratio (HR), gli esponenti short di Lyapunov (sLE) e l'entropia multiscala (MSE) sono stati calcolati sull'accelerazione di tronco lungo le tre direzioni. E' stato condotto un test di Friedman per valutare l'effetto dell'età e del DT sui diversi parametri. E' stata definita un'interfaccia grafica (GUI) sui cui rappresentare in un plot polare i parametri significativi per permettere l'analisi dei risultati e la loro interpretazione.

RISULTATI

L'età ha mostrato un effetto significativo per tutti i parametri eccetto stdStrideT, HR and SD2. Il DT ha mostrato un effetto significativo per tutti i parametri eccetto MSE sul piano sagittale e sLE. La Figura 1 mostra i risultati mediani per i diversi gruppi di età sulla GUI progettata per a) ST e b) DT.

Figure 1. Valori mediani per i diversi gruppi nel cammino in a) ST e b) DT, visualizzati sulla GUI.



DISCUSSIONE

Questo studio offre una valutazione complessiva dei cambiamenti nella performance del cammino con la crescita, in condizione ST e DT. In futuro, grazie all'inclusione di un maggior numero di soggetti e alla costruzione di fasce di riferimento per lo sviluppo tipico, questo strumento potrà essere utilizzato per lo screening e il monitoraggio della performance motoria nella popolazione in crescita.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Bisi and Stagni, *Gait Posture* 47:37–42, 2016
- [2] Beurskens et al., *BMC Pediatrics* 15:2, 2015.
- [3] Beauchet and Berrut. *Psychol Neuropsychiatr Vieil*. 2006 Sep;4(3):215-25.
- [4] Bisi and Stagni, *BioMed Eng OnLine* 15:47, 2016

O44 - Correlazione tra parametri motori e cognitivi, in pazienti ambulatoriali con Sclerosi Multipla recidivante-remittente: uno studio di analisi del cammino 3D

M. Liparoti¹, M. Della Corte^{2,3}, R. Rucco¹, R. Minino¹, A. Liccardo¹, R. Capuano², G. Sorrentino^{1,4}, S. Bonavita^{2,3}

¹ Department of Motor and Wellness Sciences, University of Parthenope, Naples, Italy, ² Department of Medical, Surgical, Neurological Metabolic and Aging Science University of Campania Luigi Vanvitelli, Naples, Italy, ³ MRI Research center SUN-FISM, Institute of Diagnosis and Cure (IDC), Hermitage-Capodimonte, Naples, Italy, ⁴ Institute of Diagnosis and Cure (IDC) Hermitage-Capodimonte, Naples, Italy.

INTRODUZIONE

La Sclerosi Multipla (MS) è una malattia demielinizzante del sistema nervoso centrale, caratterizzata da deficit motori e sensitivi. Gli obiettivi del nostro studio sono stati di rilevare il cambiamento dei modelli di deambulazione nei pazienti ambulatoriali con sclerosi multipla recidivante-remittente (RR-MS) e di valutare le correlazioni tra funzioni motorie e cognitive utilizzando un approccio di analisi del cammino in 3D.

METODI

29 pazienti RR-MS (età media: 37.3 ± 10 anni; BMI: 23.7 ± 3.6 kg/m²; EDSS: 2 ± 0,9) e 22 HC mecciati per età e BMI sono stati arruolati. I parametri del cammino sono stati registrati con un sistema stereofotogrammetrico Qualysis (240Hz), dopo aver posizionato quarantuno marcatori passivi sul corpo, secondo il protocollo Davis modificato. Le funzioni cognitive sono state valutate mediante una breve batteria ripetibile Rao (Rao-BRB). I partecipanti sono stati sottoposti analisi del cammino 3D in tre condizioni: 1) compito singolo (camminare ad una velocità auto-selezionata); 2) doppio compito motorio (camminare mentre si trasporta un vassoio con due bicchieri pieni di acqua); 3) doppio compito cognitivo (camminare mentre si sottraggono sette cifre a partire da 100). Per tutte le condizioni sono stati calcolati i parametri cinematici e spazio-temporali (compresi i coefficienti di variabilità, CV). Quest'ultimi sono stati divisi in parametri di velocità e stabilità.

RISULTATI

I pazienti RR-MS rispetto ai HC, manifestano durante il singolo compito una compromissione dei parametri di stabilità, tra cui stance time (p<0.05), stance time CV (p<0.05) and swing time (p<0.01). Un aumento del grado di flessione dorsale della caviglia è stata osservata (p<0.05). Il doppio compito cognitivo ha determinato un aumento dei parametri di instabilità (swing time CV, p<0.05; double limb support, p<0.05; DLS/SLS, p<0,01) e dei parametri cinematici (ankle dorsal-flexion, p<0.05; thigh flexion, p<0.05). Il doppio compito motorio ha indotto un significativo aumento dei parametri di instabilità nei pazienti RR-MS (stance time, p<0.05; stance time CV, p<0.01; swing time CV, p<0.05; double limb support and its CV, p<0.05). Inoltre, il doppio compito motorio comporta una riduzione dell'estensione del ginocchio ed un aumento della flessione della coscia (p<0.05). Infine è stata osservata una correlazione inversa tra le prestazioni cognitive ed i parametri di stabilità.

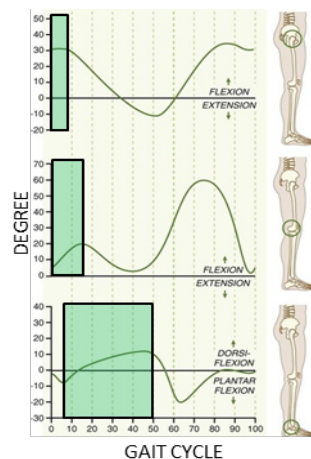


Figura.1 Nelle curve cinematiche normali delle articolazioni della caviglia, del ginocchio e della coscia, sono evidenziate le fasi alterate del ciclo del passo nei pazienti RR-MS.

DISCUSSIONE

L'analisi del cammino 3D potrebbe individuare nei pazienti ambulatoriali RR-MS un peggioramento dei parametri di stabilità rispetto ai HC. Il peggioramento dello schema motorio di base durante il doppio compito cognitivo e motorio, e la correlazione inversa tra le prestazioni cognitive e la stabilità del cammino, suggeriscono un ruolo della cognizione nella deambulazione nei pazienti RR-MS. Lo studio dimostra che l'analisi del cammino in 3D è un valido strumento per registrare i piccoli deficit motorio in pazienti con SM. Questo approccio potrebbe essere utile negli studi clinici per migliorare la valutazione clinica.

BIBLIOGRAFIA

- [1] R. Rucco, et al. *Gait & Posture* 2017;Vol 52:312-317.
- [2] J. J. Sosnoff et al. *Disabil Rehabil*, 2014; Vol 36(3): 205–209
- [3] Roy B. Davis III et al. *Human Movement Science* 1991; Vol 10: 575-587