

@TASCK Seminario di aggiornamento per tecnici e dirigenti FICK

- Ostia 1° febbraio 2020 -

Diagnosi della prestazione: dall'analisi posturale alla misurazione e rielaborazione dell'output strumentale

PhD: Stefano Vando



«Qualunque aspetto del movimento umano si voglia studiare, per prima cosa occorre osservarlo» (Galileo)

L'analisi del movimento oggi

Comprende l'acquisizione di dati sperimentali, la loro elaborazione e l'interpretazione dei risultati, tramite un sistema di valutazione che si sceglie in base a:

Natura del moto che si deve analizzare

Ambiente e condizioni in cui il moto si svolge

Risorse economiche e umane disponibili

Caratteristiche dello strumento di misura



Cos'hanno in comune queste foto ?





L'ICF utilizza la tecnologia

Da qualche anno l'ICF sperimenta l'uso di **GPS** che interagiscono con le riprese televisive allo scopo di, suscitare maggior interesse nel pubblico, semplificare la comprensione della gara e, fornire dati prestativi degli atleti ai Team di tutto il mondo



Per gli addetti ai lavori



Lagoa Stadium
Estádio da Lagoa
Stade de Lagoa

Canoe Sprint
Canoagem Velocidade / Canoë-kayak, course en ligne

Men's Canoe Single 200m
Canoa individual (C1) 200m masculina / Canoë monoplace (C1) 200 m - hommes



Results Summary by Event

Resumo dos resultados por evento / Résumé des résultats par épreuve

Race	Date	Round	Rank								Progression System
			1	2	3	4	5	6	7	8	
Finals											
53	18 AUG A		UKR	AZE	BRA	ESP	GEO	RUS	CHN	FRA	
			39.279	39.493	39.628	39.649	39.817	40.105	40.143	40.180	

RACE DATA

Race 53

Dist. [m]	UKR		AZE		BRA		ESP		GEO		RUS		CHN		FRA	
	Speed [m/s]	Paddle Rate														
190	3.9	87	4.2	87	4.0	98	4.1	90	4.0	88	4.0	84	4.2	85	4.1	84
180	5.0	87	5.0	87	4.9	103	5.1	91	4.9	87	4.9	86	5.0	86	5.0	87
170	5.5	87	5.6	87	5.1	103	5.3	92	5.3	89	5.4	86	5.4	85	5.4	90
160	5.5	86	5.5	88	5.4	105	5.5	92	5.5	91	5.4	86	5.4	85	5.5	93
150	5.7	86	5.6	88	5.5	106	5.5	91	5.6	93	5.6	86	5.6	84	5.5	94
140	5.6	84	5.7	88	5.5	107	5.6	88	5.6	92	5.6	86	5.5	83	5.5	94
130	5.6	84	5.7	88	5.4	107	5.5	87	5.6	91	5.5	86	5.5	83	5.4	91
120	5.6	83	5.7	87	5.4	107	5.5	86	5.6	90	5.6	86	5.4	82	5.4	87
110	5.5	82	5.6	86	5.4	104	5.5	85	5.5	89	5.5	86	5.4	81	5.3	84
100	5.5	81	5.6	85	5.4	102	5.4	85	5.5	88	5.5	86	5.3	80	5.3	82
90	5.4	80	5.5	84	5.4	102	5.4	84	5.5	87	5.4	86	5.3	80	5.2	81
80	5.4	79	5.5	83	5.4	102	5.4	84	5.4	87	5.3	86	5.2	79	5.2	80
70	5.3	79	5.4	82	5.3	102	5.3	84	5.4	86	5.3	85	5.2	79	5.1	80
60	5.3	78	5.3	81	5.3	101	5.3	84	5.3	86	5.2	84	5.1	78	5.0	79
50	5.2	78	5.2	81	5.2	101	5.2	84	5.3	84	5.2	84	5.1	77	5.0	79
40	5.2	77	5.2	81	5.2	101	5.1	84	5.2	83	5.1	83	5.0	76	5.0	79
30	5.1	77	5.1	81	5.2	100	5.1	84	5.1	81	5.0	82	5.0	75	5.0	78
20	5.0	76	5.0	81	5.1	98	5.0	84	5.0	81	4.9	81	4.9	75	4.9	77
10	4.9	74	4.9	81	5.1	96	5.0	84	4.9	79	4.8	80	4.9	74	4.9	77
0	4.9	73	4.8	79	5.1	96	4.9	82	4.9	79	4.8	78	4.9	73	4.9	77

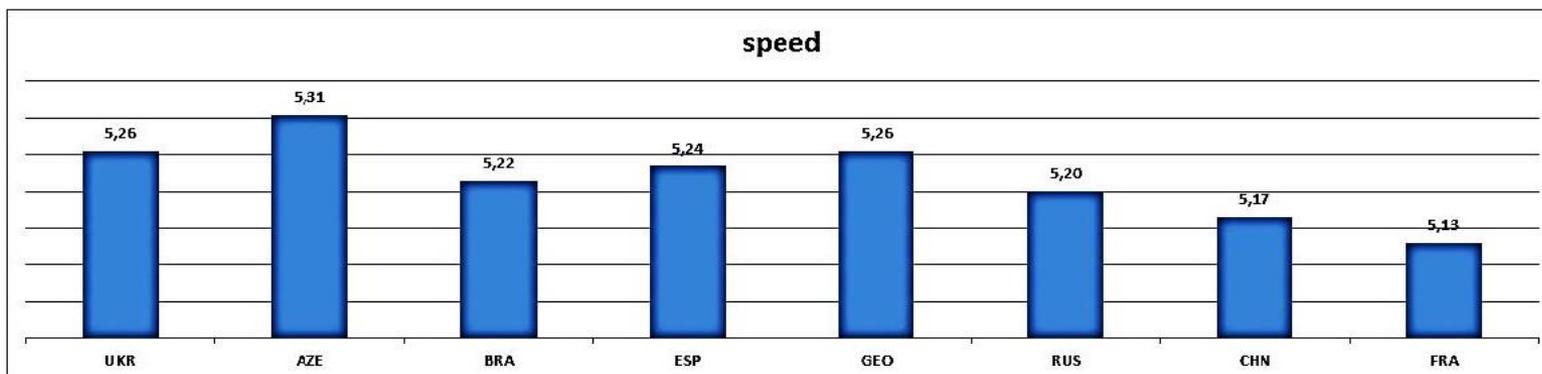


Leggere bene prima dell'uso

RACE DATA

Race 53

Dist. [m]	UKR		AZE		BRA		ESP		GEO		RUS		CHN		FRA	
	Speed [m/s]	Paddle Rate														
190	3.9	87	4.2	87	4.0	98	4.1	90	4.0	88	4.0	84	4.2	85	4.1	84
180	5.0	87	5.0	87	4.9	103	5.1	91	4.9	87	4.9	86	5.0	86	5.0	87
170	5.5	87	5.6	87	5.1	103	5.3	92	5.3	89	5.4	86	5.4	85	5.4	90
160	5.5	86	5.5	88	5.4	105	5.5	92	5.5	91	5.4	86	5.4	85	5.5	93
150	5.7	86	5.6	88	5.5	106	5.5	91	5.6	93	5.6	86	5.6	84	5.5	94
140	5.6	84	5.7	88	5.5	107	5.6	88	5.6	92	5.6	86	5.5	83	5.5	94
130	5.6	84	5.7	88	5.4	107	5.5	87	5.6	91	5.5	86	5.5	83	5.4	91
120	5.6	83	5.7	87	5.4	107	5.5	86	5.6	90	5.6	86	5.4	82	5.4	87
110	5.5	82	5.6	86	5.4	104	5.5	85	5.5	89	5.5	86	5.4	81	5.3	84
100	5.5	81	5.6	85	5.4	102	5.4	85	5.5	88	5.5	86	5.3	80	5.3	82
90	5.4	80	5.5	84	5.4	102	5.4	84	5.5	87	5.4	86	5.3	80	5.2	81
80	5.4	79	5.5	83	5.4	102	5.4	84	5.4	87	5.3	86	5.2	79	5.2	80
70	5.3	79	5.4	82	5.3	102	5.3	84	5.4	86	5.3	85	5.2	79	5.1	80
60	5.3	78	5.3	81	5.3	101	5.3	84	5.3	86	5.2	84	5.1	78	5.0	79
50	5.2	78	5.2	81	5.2	101	5.2	84	5.3	84	5.2	84	5.1	77	5.0	79
40	5.2	77	5.2	81	5.2	101	5.1	84	5.2	83	5.1	83	5.0	76	5.0	79
30	5.1	77	5.1	81	5.2	100	5.1	84	5.1	81	5.0	82	5.0	75	5.0	78
20	5.0	76	5.0	81	5.1	98	5.0	84	5.0	81	4.9	81	4.9	75	4.9	77
10	4.9	74	4.9	81	5.1	96	5.0	84	4.9	79	4.8	80	4.9	74	4.9	77
0	4.9	73	4.8	79	5.1	96	4.9	82	4.9	79	4.8	78	4.9	73	4.9	77
	5,26		5,31		5,22		5,24		5,26		5,20		5,17		5,13	

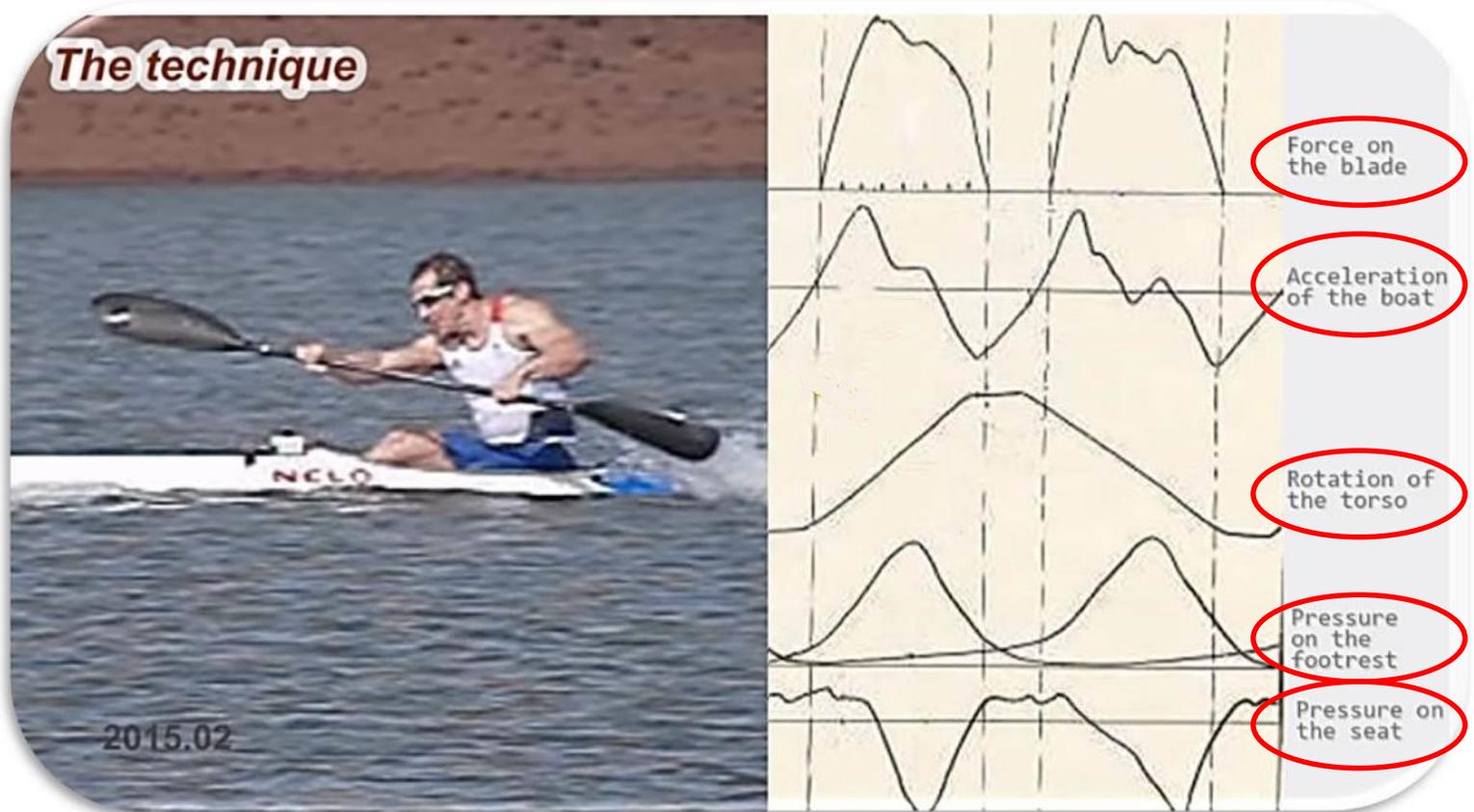


Tra valutazione quantitativa e qualitativa

Da anni lo studio delle variabili prestative sono l'argomento focale su cui le nazioni investono risorse per ottenere il RISULTATO

Qualitativa

Quantitativa



La valutazione qualitativa

L'impiego delle **telecamere** non è un metodo invasivo e può essere l'elemento fondante su cui implementare un'analisi del movimento sia di tipo qualitativo che quantitativo (telecamere ad alta velocità con punti di riferimento)



Ricostruzione dettagliata di ogni singolo movimento tramite la video-analisi

Kinovea



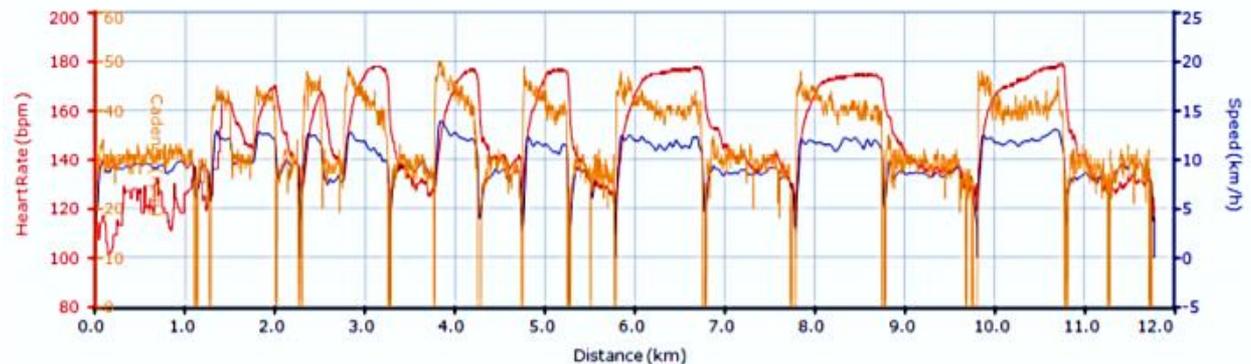
La valutazione quantitativa

Si fonda sull'analisi e sulla valutazione delle forze e delle pressioni che rappresentano elementi fondamentali per descrivere i meccanismi cinetici tramite **accelerometri** e **sensori di carico**



La valutazione quantitativa

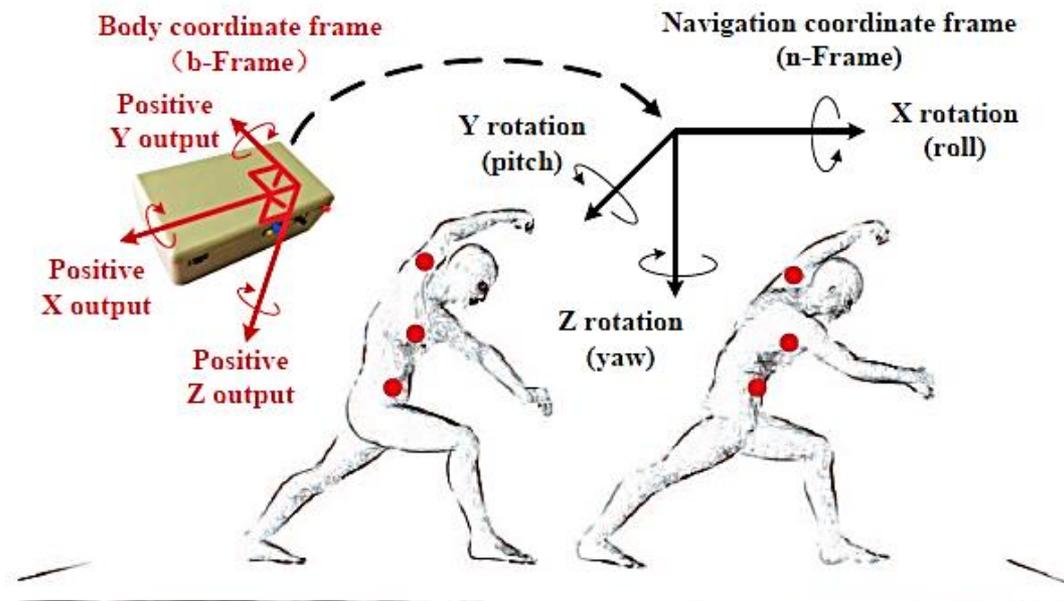
In questo studio è stato dimostrato che un **accelerometro triassiale** applicato alla pagaia può fornire informazioni in tempo reale sulla frequenza/colpo, a patto che l'atleta svolga una tecnica adatta ai criteri di calcolo che gli sviluppatori hanno impostato nel microprocessore.



Developing and applying a tri-axial accelerometer sensor for measuring real time kayak cadence Hayden C, Daniel C.R. a Otago Institute of Sport and Adventure, Otago Polytechnic, New Zealand. b Centre for Health, Activity, and Rehabilitation Research, School of Physiotherapy, University of Otago, New Zealand 6th Asia-Pacific Congress on Sports Technology (APCST)

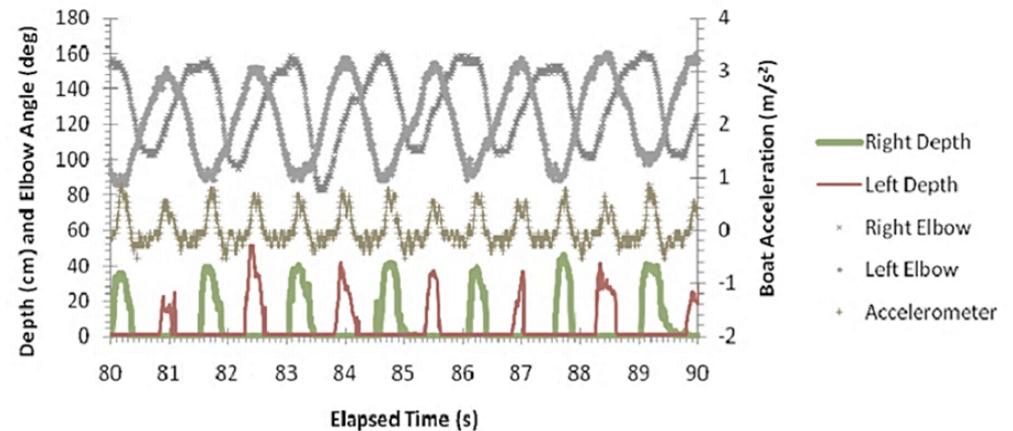
Variabili accelerometriche nel movimento

In questo studio è stato dimostrato come l'uso degli accelerometri, possa rivelarsi utile come sistema di monitoraggio dei movimenti del canoista durante l'allenamento. Il sistema era in grado di ricostruire in tempo reale i segmenti corporei dell'atleta durante le fasi della pagaiata, utilizzando un algoritmo adeguatamente istruito.



La forza con la pagaia strumentata

In questo studio i **sensori di pressione** applicati sulle pale della pagaia, non erano in grado di misurare direttamente la forza applicata ma fornivano il tempo di durata delle fasi subacquee, determinando informazioni utili sulle caratteristiche della tecnica



La mia esperienza con il sistema Ferrari

Il sistema Ferrari è un sistema molto sofisticato che combina diverse tecnologie per la valutazione qualitativa e quantitativa dell'atleta:

- ❖ Telemetria
- ❖ GPS
- ❖ Accelerometro
- ❖ Sedgiolino strumentato
- ❖ Puntapiedi strumentato
- ❖ Pagaia strumentata
- ❖ Video analisi
- ❖ Video analisi



La mia esperienza con GPS e IMU

(Inertial measurement unit)



All in one

Caratteristiche Principali



Campionamento a 100 Hz	Autorizzato dall'ICF
Dimensioni e peso contenuti	Grande capacità di memoria
Interfaccia grafica semplice	Salvataggio dati in CSV libero

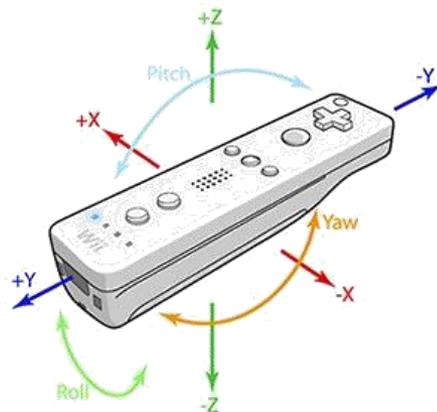
Confronto tra diversi accelerometri

I segnali accelerometrici sono risultati sovrapponibili

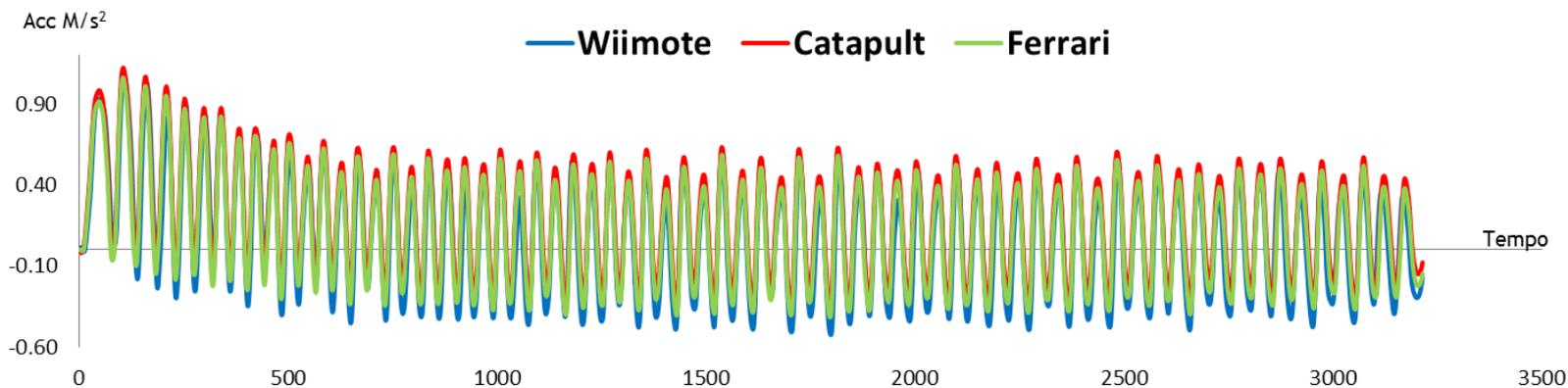
1. Catapult



2. Nintendo



3. Ferrari

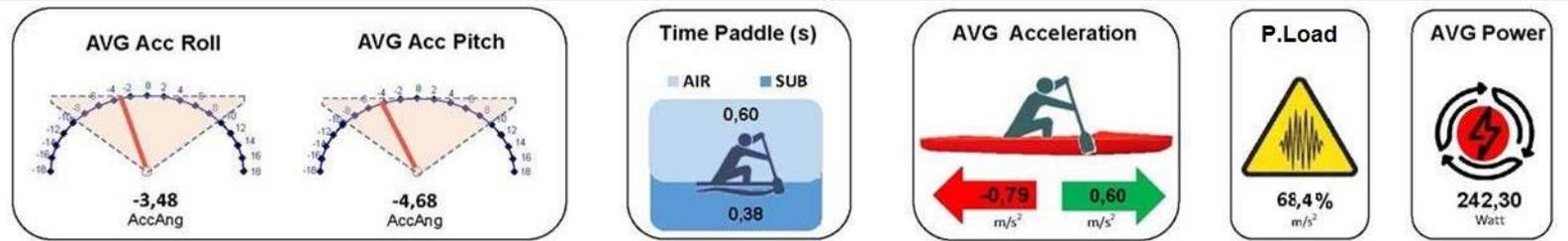
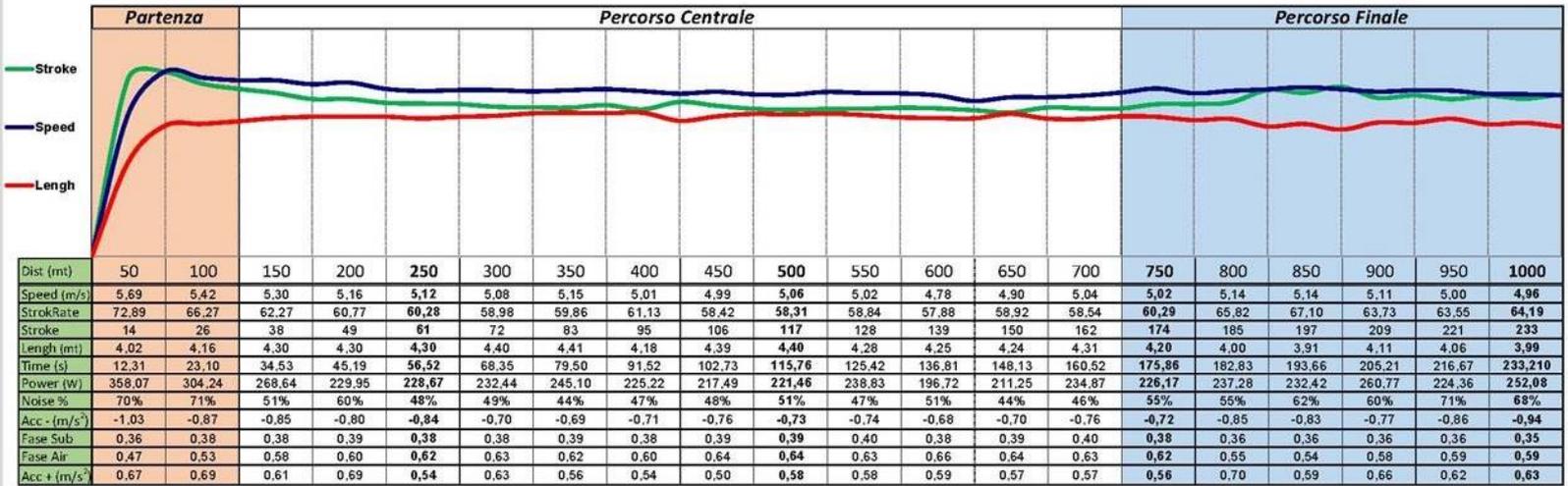


Il report dati

Atleta: _____ Luogo: _____ Tipologia: C1 Finale A Data: _____ CoreMeter System stefanovando@gmail.com

Distance [m]	Time 250m [s]	Time 500m [s]	Time 750m [s]	Time 1000m [s]	Speed [m/s]	Stroke Total	Strokerate	Lengh [speed/stk]	P.Load %
1000	0.56,52	1.55,76	2.55,86	3.53,210	4,30	233	61,77	4,19	68,4

Gestione percorso di gara



Il Player Load (P.Load mutuato dall'ODBA) sviluppato dall'azienda Catapult, viene utilizzato nel calcio come variabile relativa alla capacità di fare attività fisica, calcolata in funzione all'accelerazione totale dinamica del corpo

Relazione tra postura ed equilibrio

Secondo alcuni ricercatori, postura ed equilibrio sono molto correlati tra loro, altri hanno dimostrato che la funzione più importante della postura, è garantire il mantenimento dell'equilibrio durante il ripetersi del movimento



Nashner LM. Vestibular postural control model. *Kybernetik*. 1972; 10:106-10.

Nashner LM, McCollum G. The organization of human postural movements: A formal basis and experimental synthesis. *Brain Behav*. 1985; 8:135-72.

Assaiante C, Mallau S, Viel S, Jover M, Schmitz C. Development of postural control in healthy children: a functional approach. *Neural Plast*. 2005;12:109-18.

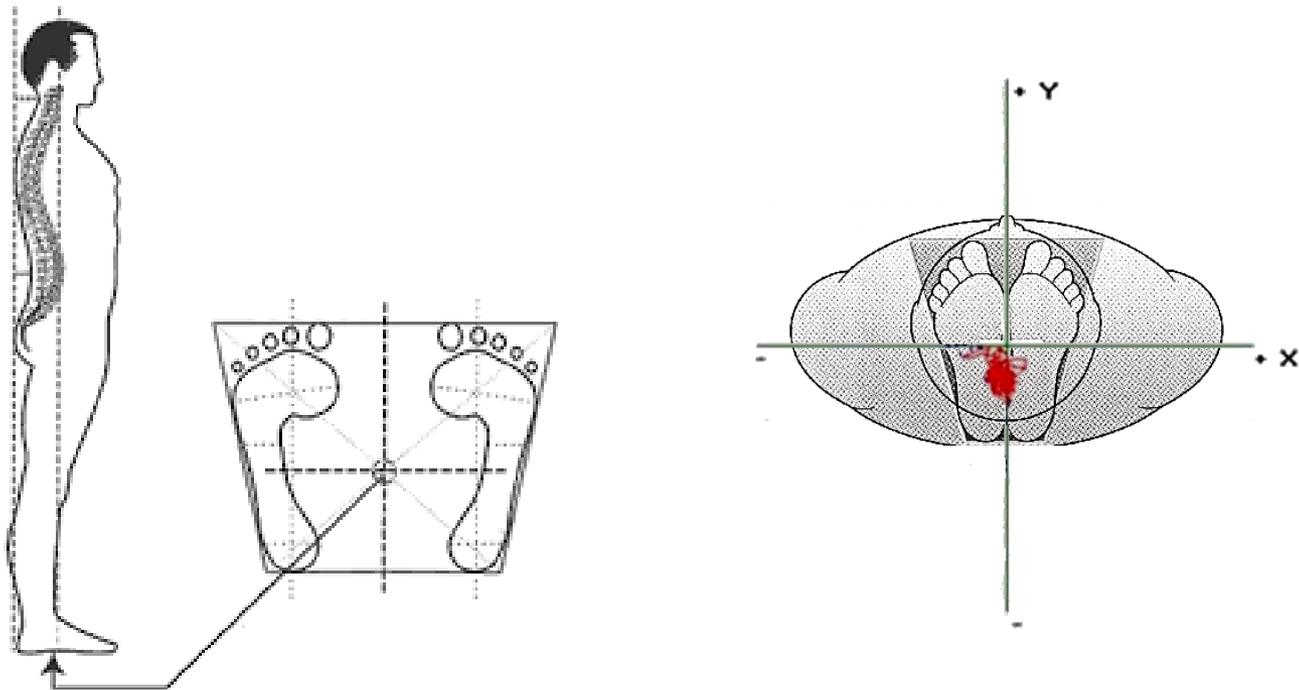
Posture scorrette

Alcuni autori, sostengono che il controllo posturale è considerato un indicatore importante della salute muscoloscheletrica



La valutazione Posturale

Serve a caratterizzare le oscillazioni nella postura eretta in condizioni di quiete e in assenza di perturbazioni

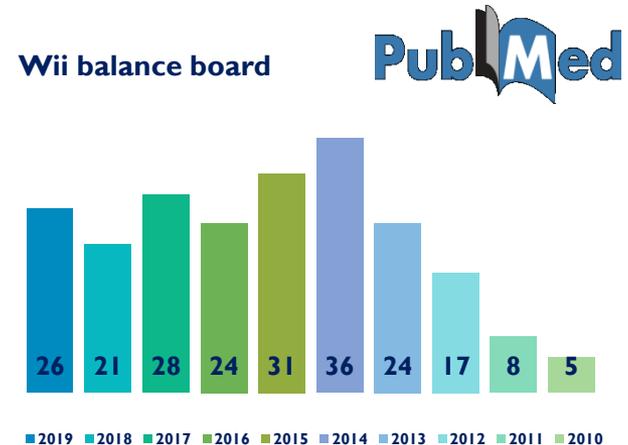
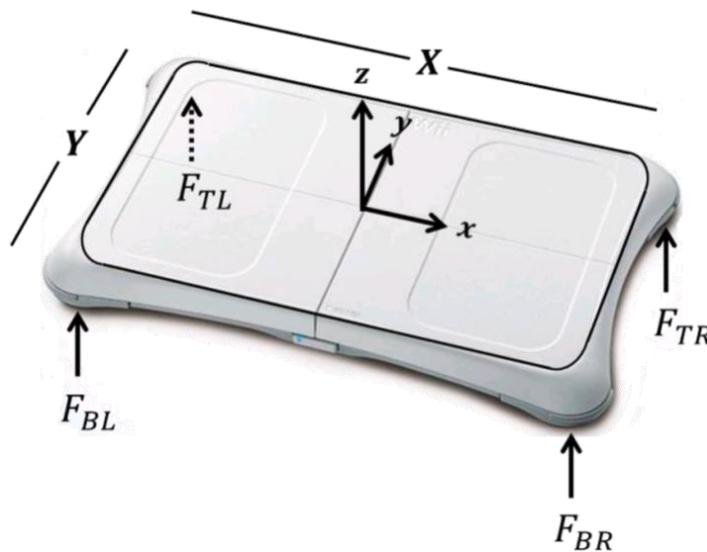


Center-of-pressure parameters used in the assessment of postural control. Palmieri RM, Ingersoll CD, Stone MB, Krause BA.. J Sport Rehabil. 2002;11:51-66

Posture and equilibrium in orthopedic and rheumatologic diseases Missaoui B, Portero P, Bendaya S, Hanktie O, Thoumie P.. Neurophysiol Clin. 2008;38:447-57.

Gli strumenti per la misurazione

Tra i metodi più utilizzati per valutare le oscillazioni posturali, vi è lo studio della proiezione del baricentro al suolo (COP) tramite la piattaforma di forza.



Validity and reliability of the Nintendo Wii Balance Board for assessment of standing balance Ross A. Clark a, *, Adam L. Bryant a, Yonghao Pua b, Paul McCrory a, Kim Bennell a, Michael Hunt a

Interchangeability of the Wii Balance Board for Bipedal Balance Assessment. Bonnechère B, Jansen B, Omelina L, Rooze M, Van Sint Jan S - JMIR Rehabil Assist Technol 2015 (Aug 27); 2(2):e8

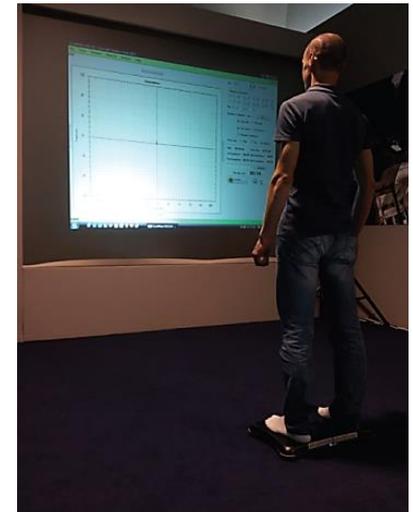
Reliability of Force-Platform Measures of Postural Sway and Expertise-Related Differences Meshkati Z, Namazizadeh M, Salavati M, Mazaheri M. J Sport Rehabil . 2011 Nov; 20 (4): 442-56.

Dalla curiosità alla ricerca

Effectiveness of perceptual training - proprioceptive feedback in a virtual visual diverse group of healthy subjects: a pilot study. **Vando S.**, Unim B., Cassarino S., Padulo J., Masala D. (2013). Italian Journal of Public Health, 10(2):1-10.

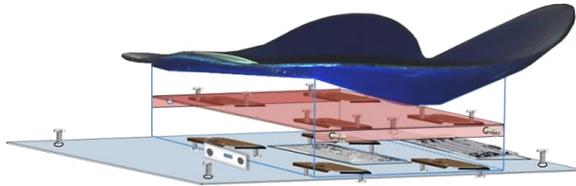
Postural adaptations in preadolescent karate athletes due to a one week karate training camp. **Vando S.**, Filingeri D., Maurino L., Chaabene H., Bianco A., Salernitano G., Foti G., Padulo J.. (2013).. J Hum Kinet. 8;38:45-52

Visual feedback training in young karate athletes. **Vando S.**, Haddad M., Masala D., Falese L., Padulo J. (2014). Muscles, Ligaments and Tendons Journal. 4(2):137-40. eCollection 2014

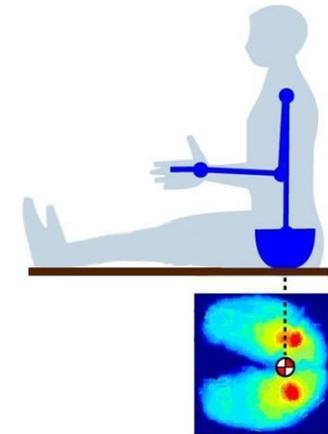


Dall'idea alla validazione del SeatSens

Il SeatSens è l'integrazione di 4 celle di carico e un accelerometro per la misurazione del centro di pressione e del movimento triassiale del seggiolino



Nel 2015 la validazione del SeatSens

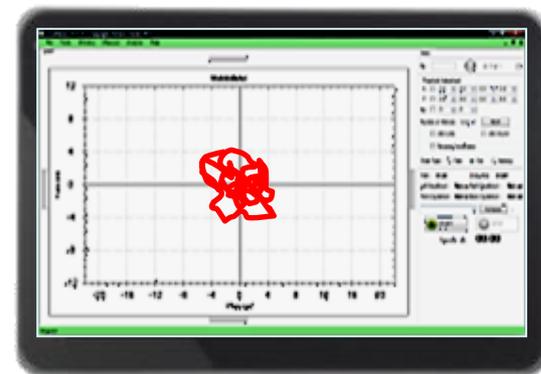
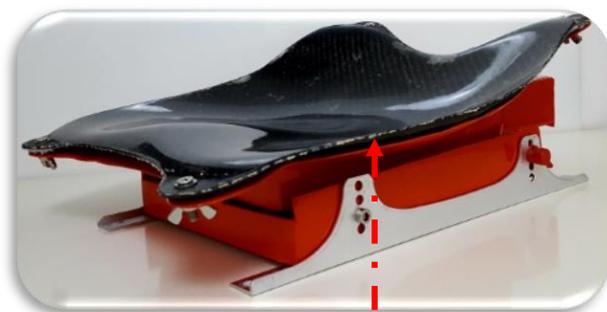


Reliability of the Wii Balance Board in kayak. Yando S , Laffaye G , Masala D , Falese L , Padulo J. Muscles Ligaments Tendons J. 2015 Mar 27;5(1):43-4. eCollection 2015 Jan-Mar.

Brevetto - Ministero dello Sviluppo Economico - nr. 0000281748 del 18/12/2013

Il SeatSans da vicino

Il SeatSens utilizza una tecnologia senza fili (Bluetooth) pertanto i dati vengono processati da una scheda elettronica integrata e trasmessi al PC che, tramite un software dedicato (CoreMeter) li elabora e archivia.



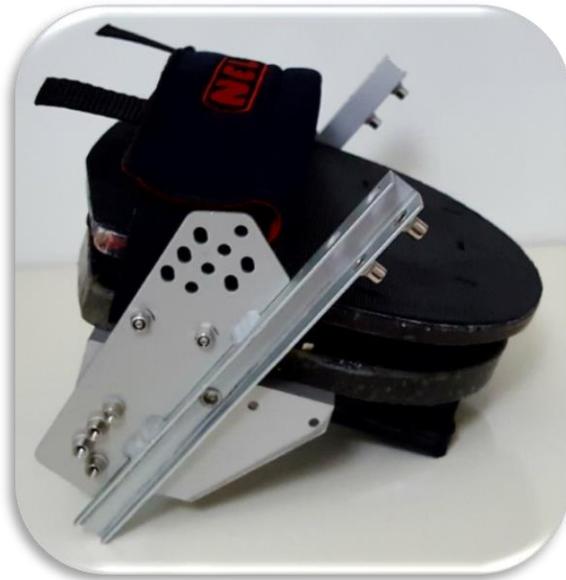
PC con software CoreMeter



Seduta intercambiabile

Il FootSens

Il FootSens è l'integrazione di 4 celle di carico inserite nel puntapiedi per la stima della forza applicata e del centro di pressione (COP)



In collaborazione con l'azienda NELO



Il test statico

Viene svolto, in posizione neutra e permette di valutare la distribuzione del centro di pressione (COP) su seggiolino e puntapiedi



Il test Propriocettivo

Permette di stimare la stabilità in condizione di squilibrio nonché, la tendenza dominante nella distribuzione delle forze (asimmetria)



La valutazione dell'equilibrio posturale

La postura nel kayak richiede una compensazione continua dovuta al movimento della canoa, del tronco e degli arti superiori durante le fasi subacquea e aerea della pagaiata (Grigorenko et al. 2004).

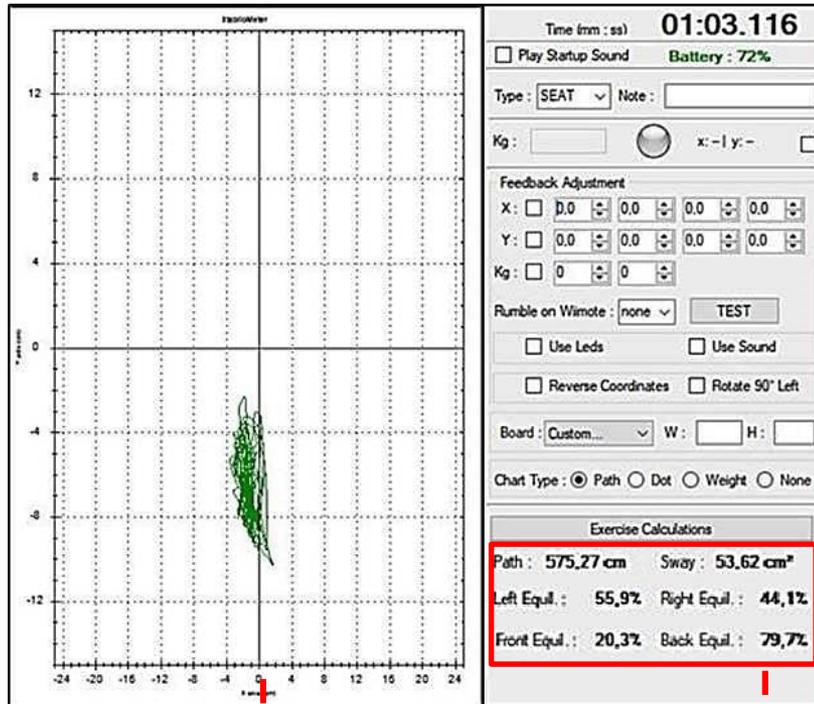
Il Test richiede un carico minimale per facilitare l'atleta nella massima decontrazione muscolare

L'esercizio è proponibile anche nella fase di recupero attivo dopo o durante l'allenamento



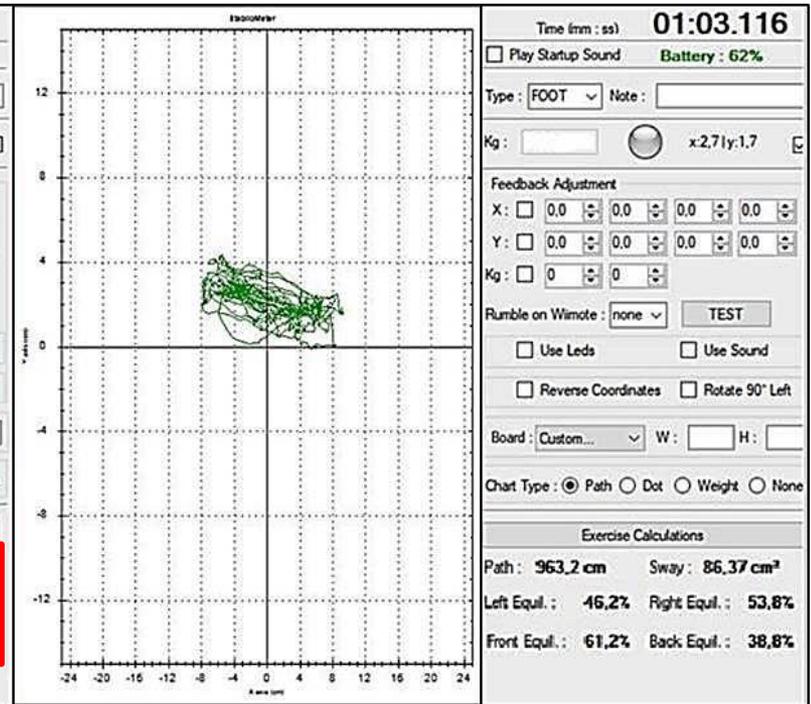
Report della prova

SeatSens



❖ Statochinesigramma

FootSens

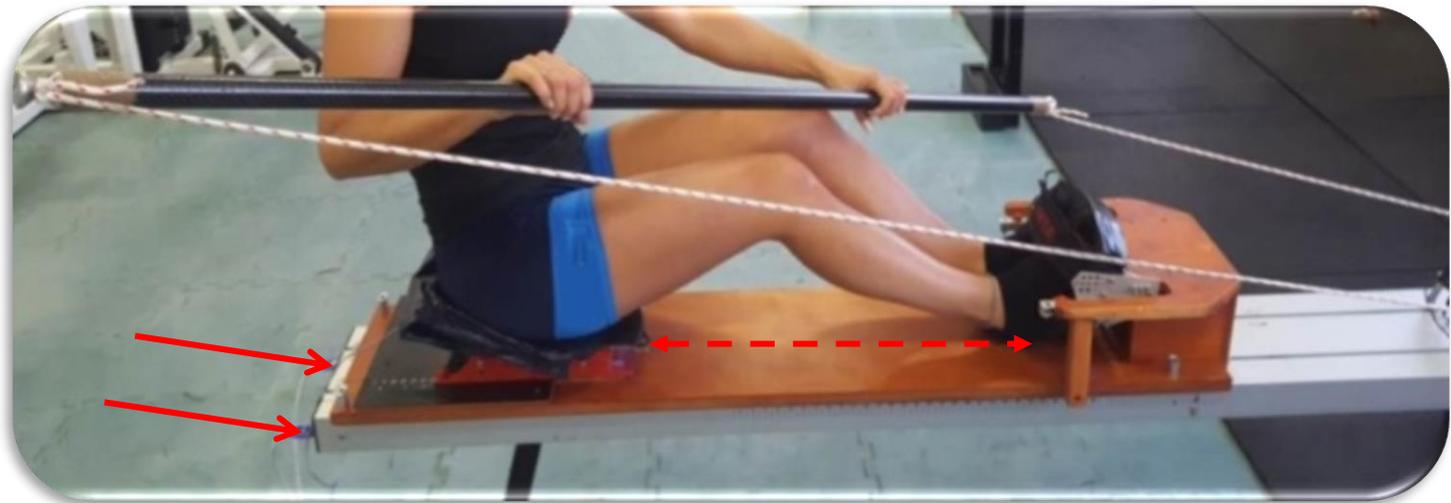


❖ Variabili stabilometriche

Il test posturergometrico

Richiede un pagaierometro sul quale si fissano i prototipi per la misurazione delle forze posturali secondo le seguenti regole:

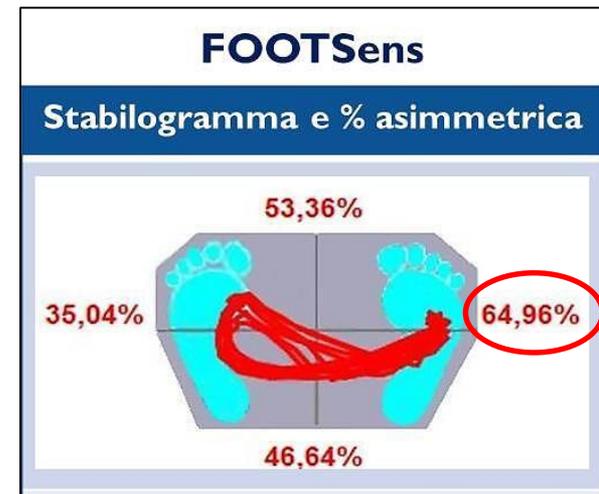
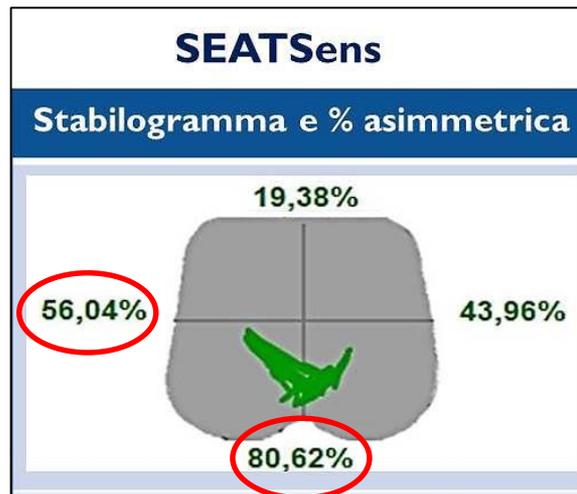
- ❖ Il carico (drag) dev'essere predefinito
- ❖ Tutte le impostazioni devono essere annotate (trazione elastici, distanza prototipi)
- ❖ Il test dev'essere svolto senza le scarpe
- ❖ Il pagaierometro dev'essere fisso
- ❖ L'atleta deve rispettare i parametri predefiniti (colpi/min, modalità e durata)



Report di sintesi dati

Step	Parametri test			Dati Meccanici						Dati Posturali										
N°	Drag	Modo	Frequ.	Time	Dist.	Colpi	Frequ.	Avanz.	Speed	Path Seat	Forza Seat	Dist Seat	Assimmetria Seat		Path Foot	Force Foot	Dist Foot	Assimmetria Foot		Diff. Forza
			[l/min]	[sec]			[mt]	[l/min]	[m]				[m/s]	[cm]				[Kg]	[cm]	
1°	3	Lanciato	110,0	25,00	108	45,0	108,0	2,40	4,32	599,19	53,66	7,05	56,04%	43,96%	923,19	40,54	6,35	35,04%	64,96%	24%

Il report può essere integrato da altre variabili fisiologiche (lattato, frequenza cardiaca, VO2 Max)



- ❖ Tendenza alla distribuzione laterale sx della forza sul seggiolino
- ❖ Tendenza alla distribuzione laterale dx delle forze sul puntapiedi
- ❖ Tendenza alla distribuzione posteriore della forza sul seggiolino

Il test in condizioni reali

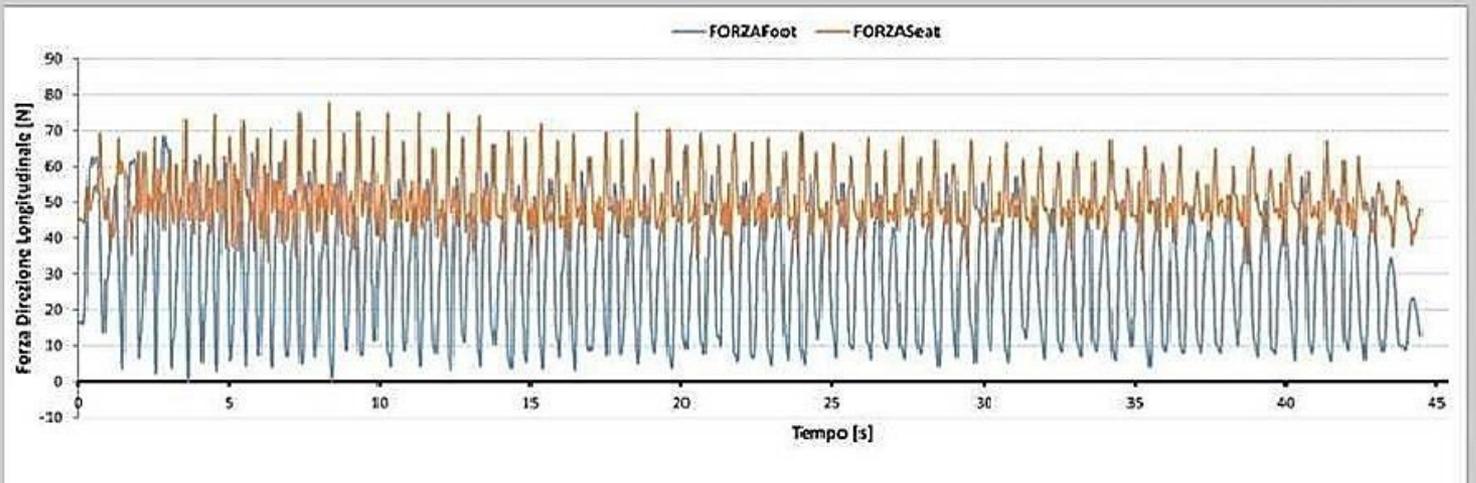
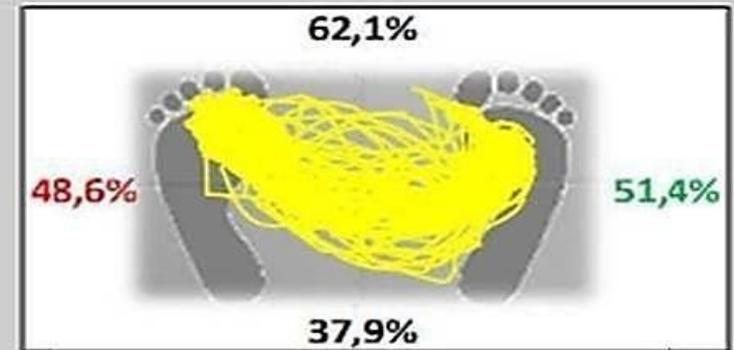
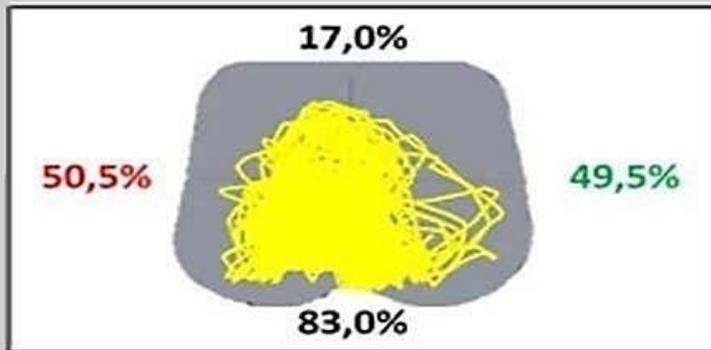
Permette di rilevare le variabili posturometriche e, la distribuzione dei carichi durante un test predefinito in condizioni reali. Il seggiolino ed il puntapiedi strumentati, sostituiscono quelli originali e interagiscono con un GPS di bordo, per misurare le variabili biomeccaniche del complesso atleta/canoa



Report variabili stabilometriche

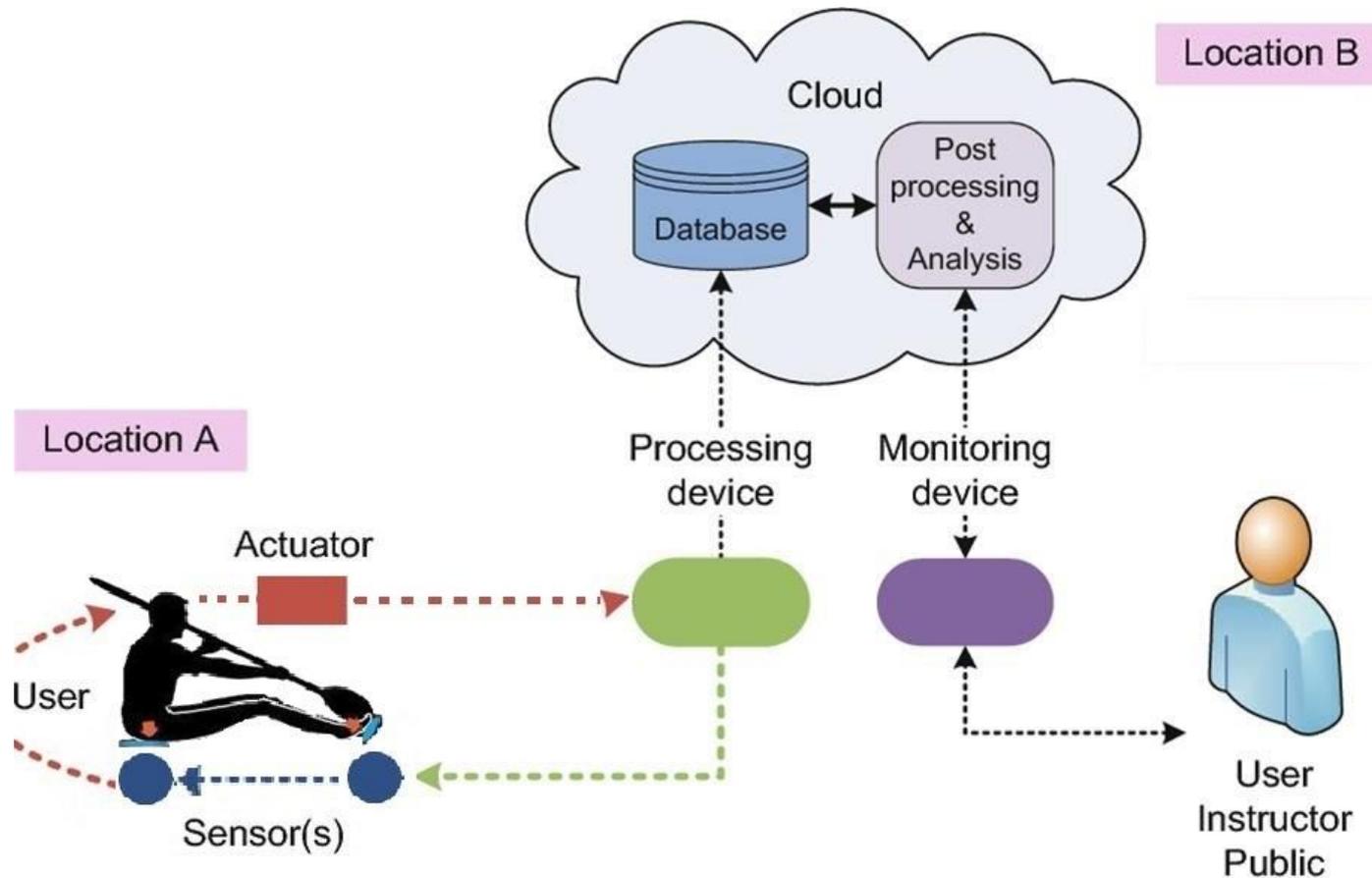
secondi	decimi	Tempo (s)	Distanza m	Speed m/s	Speed Km/l	Stroke	StrokeRate
44	10	44,10	200	3,99	14,36	81	110,20

Path cm	Force N	Area cm ²	Kg	Path cm	Force N	Area cm ²	Kg
2099,63	650,21	132,45	66,28	2345,74	478,09	263,55	48,73



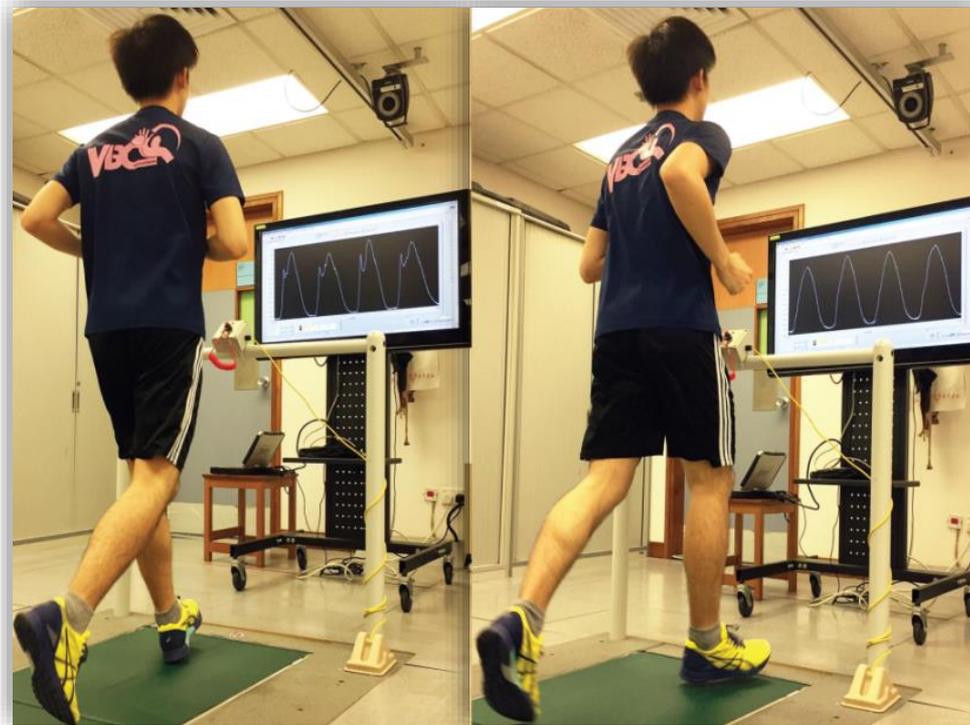
L'output strumentale

Il feedback strumentale supporta l'atleta nella presa di coscienza dei propri movimenti e rafforza i meccanismi di auto-correzione del gesto tecnico



Il visual-feedback per ridurre l'impatto

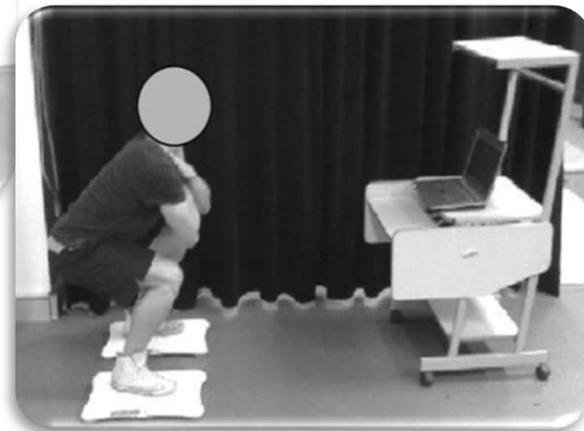
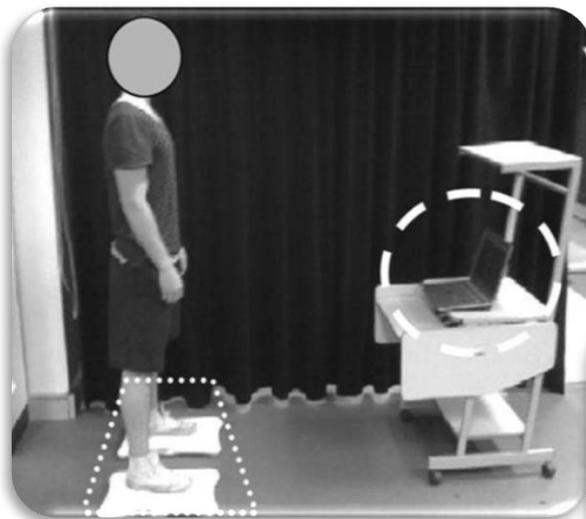
In questo studio è stato presentato un metodo in cui, i runners durante la corsa su un tapis-roulant strumentato e collegato ad uno schermo, monitoravano in tempo reale i picchi della forza d'impatto, e dovevano correggerne quelli anomali, adeguando la postura della corsa per ridurre l'impatto al suolo



Gait Retraining for the Reduction of Injury Occurrence in Novice Distance Runner: 1-Year Follow-up of a Randomized Controlled Trial.
Chan ZYS, Zhang JH, Au IPH, An WW, Shum GLK, Ng GYF, Cheung RTH.

Il visual-feedback per ridurre l'asimmetria

In questo studio è stato presentato un metodo in cui l'atleta, durante gli squat su 2 piattaforme di forza collegate ad un PC, monitorava in tempo reale la forza verticale applicata su ciascuna di esse, e doveva adeguare la postura per ottimizzare l'applicazione della forza sugli arti inferiori

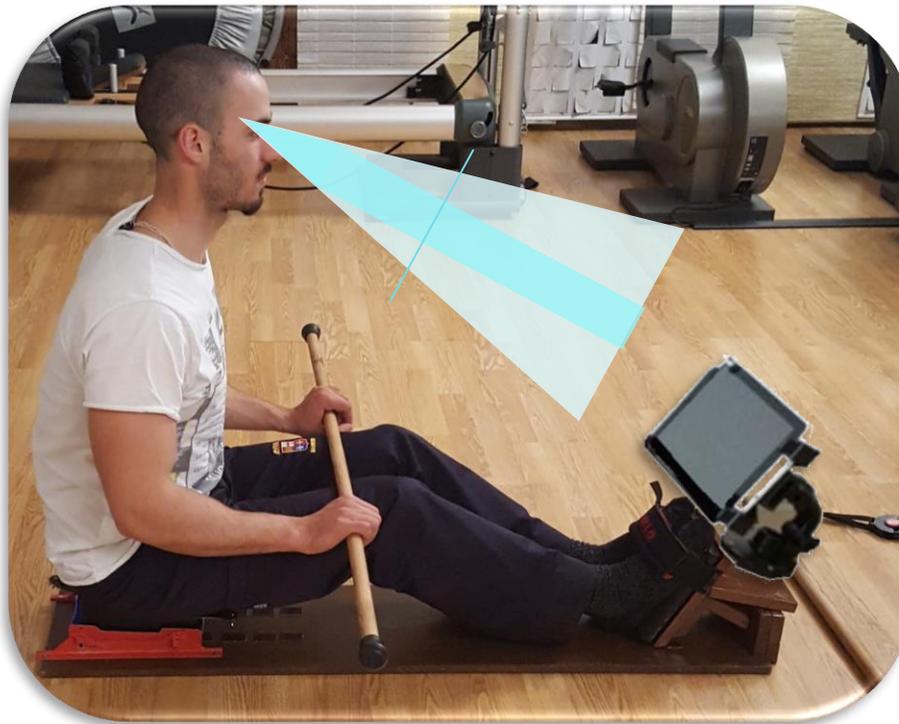


Monitor

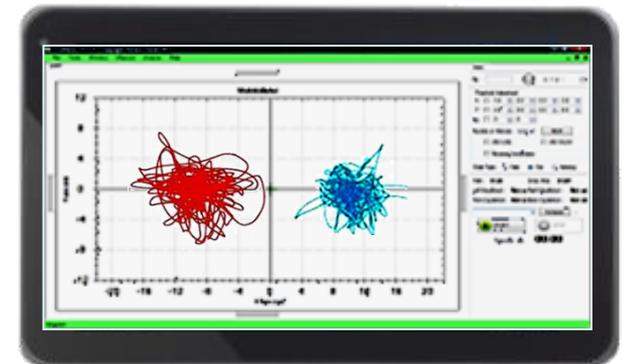


Effetti del visual-feedback nel kayak

E' in fase sperimentale uno studio sugli effetti cronici del visual-feedback nei Kayakers, riferito alla loro capacità di trasferire e mantenere in ambiente naturale, gli adattamenti posturali appresi durante sessioni d'allenamento a secco, inerenti la distribuzione delle forze su puntapiedi e seggiolino



Feedback
NO **SI**



Proposta di studio nella canoa

La propedeutica all'avviamento dei giovani canoisti, attraverso lo studio delle variabili posturometriche durante le posizioni tecniche di base della canoa Canadese in collaborazione con il G.S. FF.OO di Sabaudia



Prototipo canoa



Considerazioni sull'applicazione di forza

L'atleta che si allena su un ergometro fisso, non può compiere oscillazioni lineari e rotazioni del tronco pertanto, non sempre la forza applicata nei punti d'appoggio è la stessa di quella applicata in canoa

Se lo scopo è quello di non dipendere la forza, l'atleta ed il tecnico dovrebbero conoscere quella necessaria prima di definire il carico allenante

L'ausilio di Feedback che intervengono al raggiungimento di un carico, potrebbe rivelarsi utile nella scelta della metodologia didattica e nel rispetto della prevenzione

**Per un risultato vincente ci vuole
uno spirito di squadra**



Grazie per l'attenzione

stefanovando@gmail.com