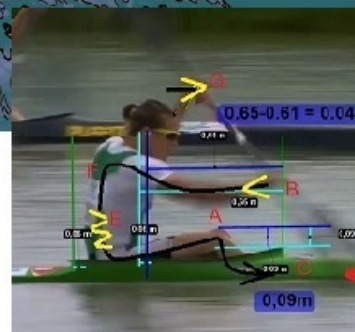




**ANDREA
PACE**



Complementi alla Tecnica Base nel Kayak Sprint; Metodi di Valutazione



© 2017
Andrea Pace



EBS Print - ISBN 9788893491389

Complementi alla Tecnica Base nel Kayak Sprint; Metodi di Valutazione

Riassunto

Vengono descritti i metodi di valutazione degli elementi complementari per la Tecnica Base. Questi sono:

1. la **Meta-Tecnica** - che rappresenta l'obiettivo primario dell'atleta ed è strettamente connesso con le caratteristiche idrodinamiche e le necessità statistiche di scambio di energia; e
2. la **Micro-Tecnica** - che riguarda i dettagli della applicazione della forza con lo scopo di ottenere gli scopi prefissati, utilizzando la Tecnica Base desiderata.

Vengono esposti i principi fisici ai quali si riferiscono le varie analisi; vengono fornite le formule e mostrati i metodi di videoanalisi utilizzati.

Riguardo la Meta e Micro-Tecnica degli atleti analizzati, vengono valutati alcuni elementi individuati sui video. I fenomeni fisici prodotti dall'atleta tecnicamente perfetto lasciano tracce prevedibili e coerenti, che a loro volta rappresentano i riferimenti ottimali. Non è una coincidenza che tali fenomeni e tracce corrispondano con i principi della propulsione nella idrodinamica navale. D'altra parte, un atleta la cui tecnica è imperfetta produce fenomeni fisici che a loro volta lasciano tracce caotiche, queste sono sempre diverse da quelle previste nei casi ottimali.

Abbiamo riposto la nostra attenzione alla analisi della gara a partire dai dati gps, vale a dire velocità e frequenza, forniti dallo ICF (International Canoe Federation) e dalla FISA (Fédération Internationale des Sociétés d'Aviron) per le gare internazionali. In base a questi dati è possibile ottenere una grande quantità di informazioni: analizziamo le informazioni di livello qualitativo e vengono indicati i "modi" o "andature" fondamentali. Vedremo che i "modi" utilizzati dai campioni coincidono con quelli previsti dalla teoria; i "modi" utilizzati dagli atleti meno bravi non hanno invece alcun senso relativamente alla teoria della propulsione idrodinamica.

In tutto il testo si eseguono analisi qualitative che riguardano la tecnica degli atleti. Quando un atleta non migliora più, spesso c'è un problema tecnico ad ostacolare il processo di ottimizzazione. Come vedremo nel seguito, questo fenomeno emerge dalle analisi fatte su molti atleti di livello internazionale; è chiaro che sugli atleti di livello nazionale c'è da aspettarsi un comportamento qualitativo peggiore. Se il fenomeno della saturazione dei risultati riguarda un atleta che state allenando, vi sarà di aiuto l'analisi fatta mediante il grafico-H; in pochi minuti saprete se ci sono dei problemi tecnici. Poi occorre affrontare i problemi, risolverli e trarne vantaggio.

Premessa

Note per il lettore:

L'introduzione (Capitolo 0) può risultare piuttosto difficile da comprendere anche per chi conosca bene gli argomenti trattati; Perciò, potete fare un atto di fiducia e saltare direttamente al questionario o al Capitolo 1, oppure scegliere di studiare e comprendere le motivazioni che hanno indotto a utilizzare i metodi esposti.

Si utilizza il termine "stiffness" per indicare la capacità di opporsi alla deformazione elastica dovuta ad una forza applicata. Se si indica che un atleta è "contratto" si intende che ha una o più articolazioni inefficienti in cui tutti i muscoli agiscono per bloccare il movimento; in questo caso il comportamento è anelastico e l'articolazione non è in grado di restituire l'energia assorbita. Invece cerchiamo di allenare l'atleta in modo che abbia un comportamento armonico ed elastico, con il giusto valore di deformazione relativo al carico; appunto la giusta stiffness = deformazione / forza applicata.

Ad esempio, nel caso di una articolazione ben "fissata" il valore della stiffness diventa altissimo, in questo modo ad esempio viene ultimata l'azione di fissaggio dei cingoli scapolari nella primissima fase di contatto con l'acqua. Se questo lavoro non viene fatto e si applica il massimo della forza con le gambe, allora l'atleta potrà sperimentare la contrattura muscolare con tutti i danni miofasciali che ne conseguono. Un osservatore non esperto potrebbe pensare che l'atleta sia troppo rigido, mentre quest'ultimo deve semplicemente fissare in modo più rigido l'anello debole della catena, che diventa l'elemento con maggiore stiffness. E' importante capire la sottile ambiguità del termine "rigido" ed evitare di allenare un atleta con esercizi di allungamento quando la causa

primaria del problema è una incapacità di fissaggio che invece si può addirittura eliminare utilizzando bene i pesi in palestra.

Un altro problema sorge sulla definizione dei termini di efficienza ed efficacia. Per efficiente si intende una azione con il minimo spreco; il modo di calcolarla è il rapporto tra la potenza applicata e quella necessaria; l'efficienza è l'elemento determinante nelle gare di lunga durata.

D'altra parte, una azione è efficace quando le varie componenti conducono più facilmente alla realizzazione del risultato; l'efficacia è determinante nelle gare di breve durata, dove anche un grosso spreco di energia è giustificato se si riesce a ridurre il tempo finale di un solo decimo di secondo. **Un esempio chiaro per questo fenomeno è l'uso delle gambe nello stile libero per il nuoto - nelle gare lunghe si utilizzano pochissimo, mentre nelle gare brevi vengono utilizzate molto di più, anche se il vantaggio in termini di tempo è piccolo rispetto al costo energetico.**

Indice

- **Capitolo 0: Fenomeni fisici connessi alle valutazioni effettuate e Questionario.**
 - 0.1 - Meta-Tecnica
 - 0.1.1 - Tecnica Base
 - 0.1.2 - Meta-Tecnica e Micro-Tecnica
 - 0.2 - L'equilibrio tra le masse inerziali, la dispersione di energia
 - 0.3 - La pietra angolare della MetaTecnica
 - 0.4 - La macchina inerziale
 - 0.5 - Il coefficiente di avanzo (J)
 - 0.6 - Comportamento statico e dinamico di una forza applicata ad una leva.
 - 0.7 - I tre raggi
 - 0.8 - Armonia
 - 0.9 - Eliminare la spia
 - 0.10 - Questionario
 - 0.11 - Organizzazione dei capitoli
- **Capitolo 1: Il grafico-H. Rappresentazione grafica del modello di gara e della tattica. Un esempio di gara: Coppa del Mondo, Duisburg 2016 K1 W 200m FA.**

- **Capitolo 2: Il grafico-H ed il Canottaggio: i modelli di riferimento, Aguibellette 2015 M2x FA, L4- FA.**
- **Capitolo 3: Il grafico-H. Kayak: Duisburg 2016 K4 M 1000m FA.**
- **Capitolo 4: Il grafico-H. Kayak: Montemor 2015 K1 M U23 1000m FA.**
- **Capitolo 5: Definizione degli aspetti di tecnica legati alla idrodinamica.**
 - 5.1 - Step1: primo insieme di misure geometriche e cinematiche
 - 5.2 - Step2: secondo insieme di misure
 - 5.3 - Misura della variazione dell'angolo della pagaia nella vista posteriore
 - 5.4 - Misure in fase di entrata; kayak e canottaggio; variazione dell'angolo di beccheggio
 - 5.5 - Misura dell'avanzamento del corpo durante la fase finale della pagaiata. Modulazione del Raggio2; estro-traino
 - 5.6 - Cambio di rapporto di trasmissione; angolo tra le spalle ed il braccio di trazione.
- **Capitolo 6: I fenomeni dinamici.**
 - 6.1 - Approfondimento sui movimenti inerziali e conseguenze idrodinamiche. Utilizzo della realtà aumentata per verificare le ipotesi sul comportamento dinamico. Cenni di MicroTecnica
 - 6.2 - Una analisi video sugli effetti dinamici nel canottaggio
 - 6.3 - Una analisi dinamica effettuata con sensori inerziali nel canottaggio
- **Capitolo 7 : Grafico-H e step2.**
 - 7.1a - K1 W 500m; Grafico-H
 - 7.1b - K1 W 500m; step2
 - 7.2 - La soluzione migliore
 - 7.3 - Altri esempi
- **Capitolo 8: La connessione tra la meccanica e l'idrodinamica nel kayak.**
 - 8.1 - L'equilibrio e la postura
 - 8.1.1 - L'equilibrio della coppia di forze sul bacino.
 - 8.2 - La forza di traino e quella di accelerazione nel kayak; intro-spinta
 - 8.3 - Il settore angolare nel kayak
 - 8.4 - Oscillazioni nel kayak
- **Capitolo 9: La domanda fondamentale**
- **Conclusioni**

Capitolo 0: Fenomeni fisici connessi alle valutazioni effettuate e Questionario.

In tutto il testo ci si occupa dei metodi di valutazione e degli scopi primari della tecnica. La problematica relativa alla stiffness fa parte invece dei piccoli dettagli con i quali si realizza il gesto complessivo. Riguardo questo argomento ci sono cenni al paragrafo 0.4 che apre ad un grande scenario di ricerca.

Riguardo i vari accenni riportati nel testo si fa uso di informazioni apprese confrontandoli con Carlo Vivio (*01) e Jernej Župančič Regent (*04) per il loro particolare metodo di preparare questi piccoli ma determinanti dettagli sia a secco che con originali esercitazioni in acqua.

Al contrario della teoria, i metodi di valutazione sono semplicissimi; in alcuni casi si tratta di un solo fotogramma preso da un filmato, sopra il quale vengono disegnati segmenti colorati e numeri che mostrano le differenze tra due atleti.

Purtroppo, soffermarsi sul singolo elemento di valutazione senza conoscere la teoria e il collegamento con gli altri metodi, può condurre al rischio che questa ricerca possa essere percepita come una operazione arbitraria che casualmente porta a distinguere alcune qualità tecniche degli atleti.

Occorre avere pazienza, essendoci imposti di evitare il formalismo della fisica, della matematica e della stessa idrodinamica; occorre accettare che ogni fenomeno corrispondente ad una teoria può essere confermato solo dalla osservazione metodica. Una buona lettura di tutto il documento dimostrerà che gli atleti meno bravi ottengono risultati peggiori su tutti i criteri di valutazione proposti e che gli unici a risultare perfetti sono Adam Van Koeverden nel k1 1000m nel 2011 ed il doppio Croato dei Fratelli Sinkovic (in ogni apparizione). Al fine di verificare questo voi stessi, potrete analizzare i filmati di Van Koeverden a Londra 2012 - è evidente che non ha più lo stesso comportamento qualitativo, e, di conseguenza, non vince ma arriva secondo. Questo per un allenatore può essere sufficiente, ma occorre molto tempo per leggere, rileggere, guardare i filmati originali e farsi una propria opinione.

Qualora vi capitasse un paragrafo troppo denso di contenuti per essere compreso ma troppo interessante per essere saltato, non esitate ad inviarmi una email con le vostre opinioni e perplessità su andreapacez@gmail.com.

Quando viene esposto il modello di gara occorre imparare a leggere un grafico piuttosto complesso. Il grafico è preceduto dalle tabelle dei dati corrispondenti. In ogni caso, una volta capito il funzionamento del grafico, il suo utilizzo diventa l'elemento di più facile e rapida consultazione. Serve però un investimento di tempo ed una grande fiducia iniziale.

Quello che segue è un esempio di un problema semplice con una soluzione complessa. Circa 20 anni fa, nel 1996, in compagnia di alcuni allenatori, osservai il movimento delle gambe di Holman e di Rossi - il fatto che, al momento dell'entrata in acqua, le ginocchia fossero praticamente alla stessa altezza, sembrava contraddire l'importanza delle gambe per la propulsione.

Nella Fig 5.4 (Capitolo 5) viene mostrato uno degli atleti con il movimento delle gambe migliore in assoluto (Marko Dragosavljevic); in questo caso non si muove solo il ginocchio della gamba di "contropinta" ma si abbassa anche l'altro, questo avviene già 3 fotogrammi (circa 0.05") prima del contatto della pala con l'acqua. In questo esempio sono coinvolte le necessità di precaricamento muscolare, fissaggio, elasticità e gestione delle traiettorie; appunto tutti quegli elementi della Micro-Tecnica (normalmente eseguiti in modo inconsapevole) che devono essere gestiti in modo stabile in tutte le condizioni di gara.

Questo argomento è largamente ignorato dalla Tecnica Base, ed in effetti, non ci sono risposte univoche neanche per i quesiti di 20 anni fa. **Di un elemento tecnico semplice come il sincronismo delle gambe rispetto alla azione di contatto della pala con l'acqua non viene indicato ne lo scopo e tantomeno le differenze di anticipo e ritardo della singola gamba fotogramma per fotogramma; eppure questo fenomeno lascia "tracce evidenti" su un filmato.**

Sono sicuro che alcune di queste domande qualcuno se le poneva anche qualche decennio prima: anzi, ho un lungo elenco sia di atleti coetanei più curiosi di me che di maestri (Dario Fogo; CCTT) che mi hanno indirizzato e incoraggiato a proseguire nella ricerca.

Riguardo a questo argomento aggiungo che molti allenatori sono indotti a pensare che atleti come Pimenta e Stuart siano poco performanti nella parte finale dei 1000m per caratteristiche metaboliche. Esiste però, comunque, la possibilità che ci sia un crollo del rendimento dovuto ad errori che in condizioni di stanchezza non sono più compensate. Nel capitolo 4 viene mostrata la analisi della gara di due atleti in cui non ci sono dubbi che il problema sia nel rendimento idrodinamico.

0.1 - Meta-Tecnica

La tecnica può essere suddivisa in tre parti.

0.1.1 - Tecnica Base

Il termine di Tecnica Base indica il modo in cui le 4 fasi del colpo (preparazione, entrata in acqua, trazione, uscita dall'acqua) si applicano nel modo deciso dall'allenatore. Questo è un sistema necessario in molti sport d'acqua, ma non è sufficiente. Utilizzando unicamente la Tecnica Base, l'atleta viene lasciato libero di effettuare numerose azioni con ogni parte del corpo. Questo può condurre a buoni risultati solo quegli atleti già dotati naturalmente delle doti non richieste; dotati di quelle qualità che gli allenatori non possono trasferire a tutti appunto perchè la Tecnica Base è limitata.

Dal punto di vista dell'atleta, l'azione viene realizzata in modo inconsapevole sfruttando le doti di armonia, acquaticità e sensibilità; questi termini, tradotti nei termini che verranno utilizzati nel testo, sono:

- *Armonia* - la gestione del movimento ciclico della pagaia in armonia con il movimento ciclico della imbarcazione e degli elementi elastici del corpo e della pagaia stessa.
- *Acquaticità* - La capacità di gestire l'acqua intorno alla pala.
- *Sensibilità* - La capacità di gestire le tensioni muscolari nel corpo ed a contatto con le attrezzature.

Occorre poi considerare che, in condizioni di stanchezza, alcuni elementi - come le variazioni di forza disponibile, stiffness e sincronismo - provocano diverse traiettorie per la propulsione e questo può portare ad una rapida perdita di efficienza ed efficacia del gesto.

0.1.2 - Meta-Tecnica e Micro-Tecnica

Con il termine di Meta-Tecnica si intendono i fenomeni prevalentemente legati alla idrodinamica, alla meccanica ed alla termodinamica senza la realizzazione dei quali non è possibile avere un buon risultato.

Con il termine Micro-Tecnica si intendono tutte le interazioni muscolari propulsive sommate a quelle relative alla equipartizione armonica della energia.

Utilizzando i sistemi di valutazione mostrati nel testo non possiamo osservare e comprendere i fenomeni fisici della MetaTecnica ma possiamo misurarne gli effetti. Vedremo nel dettaglio che questi metodi rappresentano un sistema di valutazione qualitativo e quantitativo. Questo sistema equivale alla osservazione delle tracce lasciate da un gigante invisibile; fenomeni fisici che non riusciamo a vedere direttamente fino al momento in cui diventano evidenti.

Alcuni allenatori non hanno alcun bisogno di queste informazioni poichè sanno scegliere l'angolazione giusta per osservare un fenomeno alla volta; osservando e comprendendo i filmati di Nikola Bralic (CRO) mi sono convinto che lui non ha bisogno di studiare questo testo. Infatti il suo equipaggio migliore (M2x Sinkovic Brothers) è stato preso come riferimento per costruire tutto il metodo.

Alcuni allenatori fanno applicare correttamente la Tecnica-Base e lasciano ampia libertà agli atleti riguardo il resto, selezionando in questo modo gli atleti dotati che hanno già le capacità complementari.

Lo scopo di questo testo è quello di utilizzare in modo sistematico le conoscenze di MetaTecnica e MicroTecnica per avere successo anche con gli atleti meno dotati, mentre è possibile aiutare gli atleti più dotati ad adeguarsi ad un equipaggio oppure ad una distanza di gara inusuale.

Un ultimo gruppo di allenatori utilizzano invece sistemi errati, cioè aggiungono alla TecnicaBase altri particolari che vengono imposti nell'ordine sbagliato: in questo modo si perde la possibilità di far emergere anche i talenti naturali.

Nel seguito vedremo che l'ottimizzazione di un coefficiente della idrodinamica navale, noto come "coefficiente di avanzo", condiziona la MetaTecnica in modo determinante.

0.2 - L'equilibrio tra le masse inerziali, la dispersione di energia.

Un elemento della MetaTecnica che non è legato strettamente alla idrodinamica è l'equilibrio tra le masse contrapposte nei punti di applicazione della forza; **nel kayak, il modo in cui l'atleta deve gestire la forza applicata è subordinata a questo compito.** La dispersione di energia in caso di disequilibrio è una "necessità statistica termodinamica" e l'energia viene sempre assorbita dalla parte con minore inerzia.

Nei prossimi paragrafi verrà mostrato come le inerzie relative all'acqua ed all'atleta si bilanciano mediante la modifica della lunghezza di alcune . Oltre al bilanciamento perfetto, si possono avere due casi:

- prevale l'inerzia del corpo e si ha una dispersione di energia in acqua con turbolenza; e
- prevale l'inerzia dell'acqua intorno alla pala e si ha una dispersione di energia nel corpo; nei muscoli o nel sistema connettivo;

questo tipo di informazioni sono fondamentali per arrivare alla giusta regolazione della impostazione in barca, sia per la canoa che per il canottaggio.

Paradossalmente è proprio incrementando la inerzia sulla quale applicare la forza che l'energia si può disperdere nei muscoli dell'atleta. Questo è un fatto positivo per l'allenamento della ipertrofia muscolare. Quando però l'atleta non realizza il giusto fissaggio degli elementi deboli della catena di trasmissione della forza, l'energia dispersa danneggia il sistema miofasciale. Il risultato in questo caso è che non viene stimolato il testosterone ma il suo antagonista: il cortisolo.

0.3 - La pietra angolare della MetaTecnica.

Il movimento della imbarcazione rappresenta la "pietra angolare" di tutto il gesto sportivo negli sport d'acqua. Inoltre, rappresenta l'elemento più importante e sensibile nelle valutazioni della MetaTecnica. Questo riguarda anche il nuoto se consideriamo il corpo al posto dell'imbarcazione. In pratica si sperimenta che quando questo fenomeno viene ottimizzato per primo, il resto si costruisce senza problemi; nel seguito viene data una giustificazione teorica di questo "strano" fenomeno dal punto di vista della teoria della propulsione navale.

I moti della imbarcazione, come viene mostrato in **Fig 0.3**, sono

- i moti di rotazione: Rollio (Roll); Beccheggio (Pitch); Imbardata (Yaw); e
- i moti di traslazione: Abbrivio (Surge); Scarroccio (Sway); Sussulto (Yaw);

Il secondo elemento della MetaTecnica è il modo di interagire con l'acqua; mentre si ottimizza questo elemento si può continuare a soddisfare facilmente i giusti moti della imbarcazione proprio perchè facilitano la giusta interazione con l'acqua.

Infine dobbiamo occuparci della trasmissione della forza attraverso il corpo, ma anche in questo caso abbiamo già ottimizzato l'idrodinamica e dobbiamo unicamente mantenere l'equilibrio delle inerzie e delle forze e coppie di forze in gioco sui punti di appoggio. In pratica,

se si sviluppano le capacità di trasmissione della forza direttamente nelle condizioni in cui si rispettino i principi della MetaTecnica, non si dovrà tornare sui propri passi.

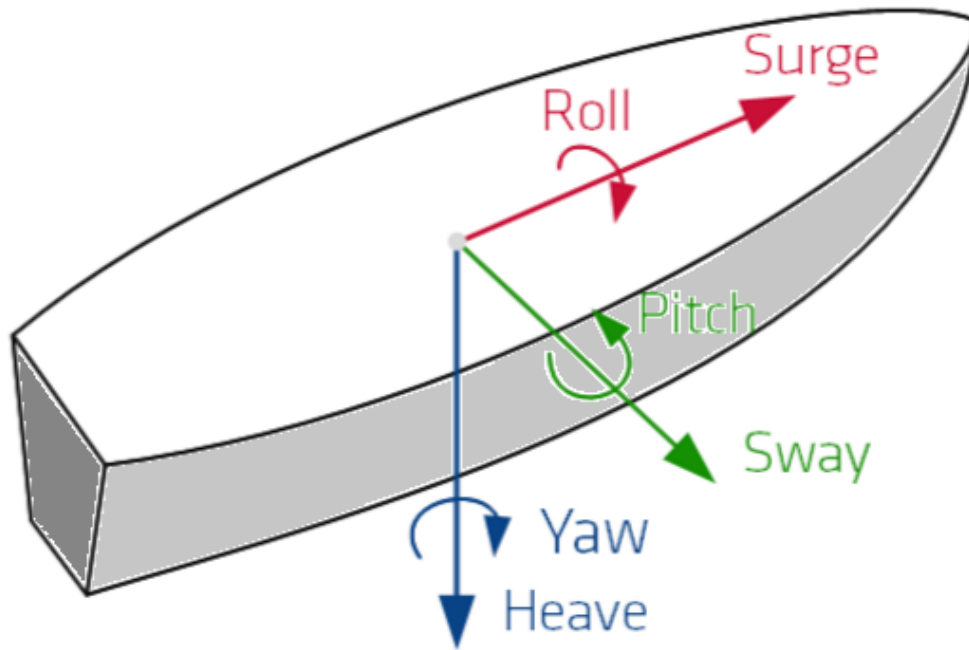


Fig 0.3

0.4 - La macchina inerziale

Imparare il gesto tecnico su un ergometro, può portare a risultati casuali; questo avviene per molti motivi di cui si riportano i principali:

- L'equilibrio delle forze è completamente diverso dal kayak; e
- L'equilibrio delle masse è impossibile poichè in un ergometro la massa opposta alle gambe è infinita mentre in barca è il peso della imbarcazione stessa. Inoltre l'inerzia contrapposta agli arti superiori è rappresentata dal volano dell'ergometro, che è fissa ed uguale per tutti; nel caso reale, quando l'atleta è sulla imbarcazione, l'inerzia contrapposta agli arti superiori dipende da come viene utilizzata la pagaia (o i remi).

. Per fornire un'altra anteprima di cosa possa avvenire su un ergometro rispetto al kayak occorre arrivare al Capitolo 5, dove si parla del Raggio1. L'utilizzo di un carrello mobile rispetto alla parte frenante del volano è indispensabile per la gestione della inerzia a contatto con i piedi, ma

occorre costruire un sistema di regolazione che non riguardi solo la forza frenante ma anche l'inerzia del volano.

Riguardo l'apprendimento della tecnica in modo selettivo - separando un problema alla volta - è molto più conveniente utilizzare un sistema simile all'ergometro ma nel quale l'atleta possa esercitare la forza che vuole sulla inerzia appropriata sia dal lato delle gambe che sulle braccia; questo verrà discusso in una successiva pubblicazione in cui verrà presentata la macchina inerziale elastica bilanciata ed armonica.

0.5 - Il coefficiente di avanzo (J)

Negli sport d'acqua l'aspetto più importante è il rendimento propulsivo; riguardo a questo abbiamo due informazioni fondamentali:

- per ogni propulsore abbiamo un massimo rendimento con un preciso coefficiente di avanzo (indicato con la lettera J in idrodinamica navale); J è proporzionale all'avanzamento per colpo quando la percentuale di tempo in acqua è costante (Cap. 5); e
- l'inerzia della massa di acqua interessata alla azione, e che quindi rende la presa in acqua più ferma, è proporzionale al Raggio alla quarta potenza;

l'equivalente geometrico del coefficiente di avanzo J è l'angolo di incidenza dell'acqua sulle due facce delle pala.

Il moto di beccheggio di un kayak è in genere limitato a 1 o 2 gradi di rotazione; il moto di abbrivio non è oscillatorio ma diventa ciclico grazie al movimento relativo al corpo dell'atleta; entrambi i moti influiscono molto sul coefficiente di avanzo J. L'angolo di incidenza dell'acqua sulla pala, cioè il modo stesso in cui la pala si infila e si sfilava dall'acqua mentre effettua l'azione propulsiva, cambia in modo dinamicamente significativo proprio in base al sincronismo con i moti della imbarcazione. Come già detto al paragrafo 0.3 occorre prima di tutto gestire questi moti sincronizzandoli con l'azione propulsiva di base e poi si procede ad ottimizzare la fase propulsione.

Per dare un esempio chiaro in cui è determinante l'ordine delle operazioni, consideriamo un uomo che deve regolare lo specchietto retrovisore della sua automobile e deve anche utilizzare un cuscino per essere in una posizione più ergonomica:

1. la scelta giusta è quella di inserire prima il cuscino e successivamente regolare lo specchietto retrovisore; e
2. la scelta sbagliata è quella inversa;

per terminare la analogia rispetto al paragrafo 0.3, l'inserimento del cuscino corrisponde alla pietra angolare di questo sistema.

Come sarà chiarito nel Capitolo 9 ci sono molte operazioni che devono essere ottimizzate in una precisa sequenza; si parte dalla imbarcazione, poi si passa alla pagaia, ed infine alla trasmissione della forza. Riguardo alla trasmissione della forza viene fatto un paragone con un pianoforte:

1. In ordine di completezza c'è il pianoforte; questo corrisponde al caso completo di un canoista in kayak;
2. poi viene la tastiera elettronica con particolari accorgimenti sui tasti (sensibili al tocco); questa corrisponde a pagaiare su una imbarcazione che si muove alla stessa velocità di un kayak ma è bloccata in tutte le sue oscillazioni lineari e di rotazione; e
3. poi viene una tastiera disegnata su un tavolino; questo corrisponde ad un ergometro;

nel caso riportato al punto (3) è importante che in entrambi i casi non ci si illuda di aver appreso completamente la tecnica finale; si tratta di strategie riduzionistiche per isolare e definire alcuni problemi; un pianista può utilizzare alla perfezione la Tecnica Base su un tavolino e simultaneamente premere le dita sul tavolo con velocità, forza ed impulso completamente diverse ad ogni nota; può farlo poichè non ha alcun feedback riguardante le variazioni di volume e di timbro sonoro. Questo è un fatto positivo se l'istruttore intende far concentrare l'allievo su un solo particolare ma può diventare un problema se poi l'allievo, automatizza dei difetti che in quella situazione non sono controllabili. Allo stesso modo, un canoista o un canottiere possono approfittare del fatto che l'ergometro è fissato al terreno; in questa situazione ogni movimento di spinta inerziale sul puntapiedi non viene penalizzato; quindi l'atleta potrà applicare una forza maggiore senza averne nessun vantaggio reale in barca. Fortunatamente, almeno nel canottaggio, è possibile utilizzare le apposite slitte poste sotto l'ergometro.

Qualunque provvedimento si escogiti per simulare il movimento in palestra, la MetaTecnica è più importante di tutto il resto e l'atleta deve essere in grado di realizzarla; tale lavoro può essere fatto solo in barca; la MetaTecnica cambia moltissimo cambiando elementi che per i "non addetti ai lavori" sembrano non essere molto influenti:

1. Cambiare l'imbarcazione; ogni imbarcazione ha un comportamento diverso relativamente ad ogni moto di oscillazione lineare o di rotazione; in idrodinamica l'elemento fondamentale con il quale si esprime questo comportamento dinamico è la massa aggiunta della barca; in pratica l'inerzia di ogni imbarcazione è aumentata di una quantità pari alla massa di acqua che viene interessata al movimento considerato;
2. Cambiare posizione in un equipaggio; anche in questo caso l'equilibrio delle forze dell'atleta rispetto alla posizione sulla imbarcazione è molto diversa anche se l'atleta si sposta di pochi centimetri; quindi, quando l'atleta cambia posizione, l'effetto è notevole; e
3. Cambiare il bacino di acqua dove si effettuano gli allenamenti; in alcuni casi, si trovano differenze sulla velocità massima relative a differenze di un secondo per il T100 (il T100

viene definito nel Capitolo 5 ed è il tempo di percorrenza sulla distanza di 100m ad una data velocità);

dal momento che queste modifiche, che sembrano irrilevanti, hanno effetti notevoli su ogni atleta, non sarà difficile rendersi conto che un dispositivo di simulazione sia lontanissimo dalle esigenze imposte dalla MetaTecnica.

Il movimento della imbarcazione relativamente all'atleta ed alla pagaia (o ai remi) è il **primo elemento da ottimizzare**. E' l'elemento prioritario proprio perchè influisce direttamente su l'idrodinamica della propulsione; questo spiega il motivo per cui cambiare barca o posizione in un equipaggio comporti sempre grosse sorprese. Consideriamo che in una barca con più atleti, quando la prua è in alto, gli atleti vicini alla prua sono più lontani dall'acqua; questo fatto, insieme ad altri fenomeni simili, può spiegare come mai in alcuni equipaggi nel kayak gli atleti ottengano il miglior rendimento con azioni che sembrano errate: ad esempio raggi, settori angolari di trazione e tempi in entrata ed uscita diversi; queste sono in effetti le compensazioni automatiche che possono portare ad un buon rendimento complessivo ma che possono limitare ulteriori miglioramenti; inoltre quando tali compensazioni e sensazioni sono connesse ad eventi di successo, gli atleti non sono disposti a rinunciarci. Quindi, per migliorare la situazione occorre capire esattamente quale altro errore venga compensato dalle azioni visibili ed eliminarlo.

Il secondo elemento da ottimizzare è la capacità di avere una buona presa d'acqua; il modo di creare l'interazione giusta inizia dall'entrata in acqua; occorre eseguirlo senza fretta anche alle frequenze più elevate; occorre sempre attendere che l'acqua intorno alla pala inizi a formare proprio quella grande massa di acqua in lento movimento che permette alla pala di sfilarsi verso l'alto imprimendo forza nella direzione orizzontale.

Il terzo elemento da ottimizzare si può semplificare con i termini della Tecnica Base: dopo la presa d'acqua si resta appesi alla pagaia o al remo nel modo più semplice e continuo senza stratonni; questo è quello che desideriamo e che in effetti avviene negli atleti migliori. Vedremo che le discontinuità possono essere generate da molti fattori che sono appunto gli elementi base della MicroTecnica che valuteremo in seguito.

Ovviamente tutti gli elementi di valutazione della MacroTecnica e della MicroTecnica sono stati pensati per essere utilizzati da quegli allenatori che vogliono dare una reale possibilità di miglioramento tecnico per gli atleti. Occorre acquisire le doti che mancano, ed occorre evitare le situazioni di saturazione di ogni qualità. L'utilizzo di tali metodi di valutazione non dice nulla sul modo di realizzare l'atleta perfetto; questo sarà il nostro obiettivo primario, pur sapendo che non

è raggiungibile in modo definitivo. Quindi queste valutazioni sono utili per ogni allenatore che abbia poi la capacità di trasmettere agli atleti il modo giusto per affrontare i problemi diagnosticati. I problemi possono essere banali, come ad esempio una pala che scorre (slitta) in acqua; ma la soluzione è complessa, perchè come abbiamo visto prima, occorre procedere con ordine a partire dal movimento della barca ed in particolare il movimento relativo tra barca ed atleta (beccheggio ed abbrivio, paragrafo 0.3); troppo spesso gli allenatori consigliano l'atleta a perfezionare alcuni particolari mentre devono prima preparare la base.

0.6 - Comportamento statico e dinamico di una forza applicata ad una leva.

Le azioni dinamiche applicate ad una leva seguono leggi fisiche diverse rispetto alle applicazioni di una forza statica. Le forze statiche si bilanciano in modo lineare rispetto alle leve, mentre quando la forza produce uno spostamento, la parte di forza relativa alla accelerazione di una massa in un moto circolare dipende dal quadrato della lunghezza della leva. Per motivi più complessi l'inerzia dell'acqua che interagisce con la pala dipende dalla quarta potenza della lunghezza della leva. Nel seguito verranno definite solo le leve fondamentali e chiamate Raggio1, 2 e 3, e vengono definite le relazioni tra le leve insieme ai vantaggi e svantaggi che offrono le loro regolazioni. Questo riguarda sia il kayak che il canottaggio; lo stesso problema è anche interno al corpo stesso, dove piccoli spostamenti posturali possono fare la differenza sia per il comportamento impulsivo che per la regolazione della stiffness e i tempi necessari al fissaggio di alcune articolazioni.



Fig 0.7

0.7 - I tre raggi

Sia nel canottaggio che nel kayak esiste una seria problematica su come regolare le leve sulle quali applicare la forza. La ottimizzazione delle leve nel canottaggio può richiedere molto tempo, mentre nel kayak si può teoricamente fare un tentativo ad ogni colpo e purtroppo può accadere anche durante l'esecuzione del colpo stesso.

Nel Capitolo 5 vedremo che, tre semplici leve nel kayak, rappresentano il modo di soddisfare tutte le situazioni e che le loro variazioni relative non possono essere scelte a caso: per ogni combinazione errata possiamo sperimentare un preciso fenomeno fisico negativo.

I tre raggi vengono rappresentati in modo approssimativo in **Fig 0.7**; si fa notare che il Raggio2 è un elemento che dalla immersione fino all'uscita aumenta in modo costante.

Durante il setup di una imbarcazione di canottaggio o di kayak, si cerca di ottimizzare principalmente la leva principale considerandola come un rapporto di trasmissione il cui risultato è l'ottimizzazione della frequenza di remata (o di pagaia); purtroppo ci sono infinite regolazioni che portano allo stessa frequenza di remata, ed una soltanto produce il massimo rendimento ed un'altra ancora la massima efficacia.

L'avanzamento per colpo dipende principalmente da:

- il Raggio di curvatura (Raggio1; R1 in Fig 0.7); e
- il settore angolare della pagaia (o remo) durante la trazione (Capitolo 5);

Per ottimizzare l'azione propulsiva occorre avere esperienza su cosa può accadere se si eccede con il Raggio1 o con il settore; in base a questi due elementi si cerca di ottimizzare il tutto evitando i fenomeni fisici negativi.

Il Raggio ed il settore angolare non sono direttamente collegati ai fenomeni di idrodinamica; un atleta molto bravo può comunque adattarsi ad una impostazione sbagliata senza produrre effetti negativi sulla parte idrodinamica; in quel caso si passa alla regolazione delle leve in modo tale da avere il giusto rapporto di trasmissione.

Eseguire invece la regolazione del rapporto di trasmissione ignorando i fenomeni fisici della idrodinamica è sbagliato; ad esempio, se la pagaia o i remi in acqua hanno uno scorrimento (slittamento), proseguire con la ricerca del rapporto di trasmissione ottimale è una perdita di tempo.

Nei prossimi capitoli non si daranno altre indicazioni relativamente al Raggio3. Il Raggio3 è sostanzialmente la altezza della mano di trazione rispetto al centro della porzione di pala immersa nell'acqua, ed in effetti possiamo pensare a questa leva come il Raggio della rotazione della pagaia rispetto ad un punto fisso in acqua.

La scelta del Raggio3 è un compromesso che l'atleta fa per soddisfare le esigenze tecniche

insieme al carico di forza che riesce a sostenere con la muscolatura del tronco. Più è piccolo il Raggio 3 e più la mano di trazione è bassa rispetto al baricentro dell'atleta; questo facilita il compito dei muscoli che devono stabilizzare il tronco dell'atleta rispetto al bacino.

Una immersione rapida o una impugnatura larga riducono Raggio3. La riduzione del Raggio3 è una azione che può far peggiorare il rendimento; nonostante ciò, imporre all'atleta un Raggio3 elevato, può essere prematuro nel caso che l'atleta non abbia ancora la forza per utilizzarlo.

0.8 – Armonia

Nel Capitolo 8 vengono affrontati gli argomenti più complessi: l'armonia, le accelerazioni inutili ed il recupero energetico. Il movimento complessivo viene confrontato con il movimento armonico previsto e se ne valutano le differenze qualitative:

- atleta in ritardo - l'atleta disperde energia verso l'interno (in modo introverso) e, invece di trainarsi in avanti, si spinge parzialmente indietro (**intro-spinta**);
- atleta in anticipo - l'atleta non è al massimo della efficienza ma si traina in avanti durante la fase attiva; l'energia sprecata non disturba l'atleta poiché è rivolta nel senso di moto della imbarcazione (**estro-traino**); e
- il caso migliore è quello in cui l'atleta è centrato o in leggero anticipo, ripartisce armonicamente l'energia cinetica in energia elastica con la massima efficienza ed efficacia.

0.9 - Eliminare la spia

Quando un atleta compie un gesto che appare diverso dalla tecnica usuale, probabilmente non riesce più a compensare un errore difficile da individuare; chiamiamo questo fenomeno con il nome di "spia"; possiamo pensare ad un indicatore luminoso oppure ad un agente segreto. L'allenatore avrà due possibilità:

- allenatore intollerante - vede solo il gesto inusuale e cerca di eliminarlo; sta chiaramente sbagliando, quel fenomeno è la spia che sta lavorando per noi;
- allenatore tollerante – cerca la vera causa del problema sfruttando proprio le indicazioni della spia; una volta risolto il vero problema, la spia scompare; se si è a conoscenza delle possibili cause di quel particolare errore, si arriva alla soluzione anche mediante pochi tentativi.

In tutto il testo vengono analizzati prevalentemente atleti molto bravi (scelti dalle finali A delle

gare di coppa del mondo); possiamo comunque utilizzare i metodi di valutazione anche per gli atleti meno performanti.

Quindi, in base al livello tecnico dell'atleta si propone di agire in modo diverso:

- Basso livello tecnico - occorre costruire tutti i meccanismi della MicroTecnica anche in palestra prima di pensare a tenere in equilibrio i fenomeni fondamentali che si realizzano in barca; il testo è pieno di indicazioni su cosa accada al variare dei parametri, ad esempio cosa accade variando Raggio1 e Raggio2; **quindi, senza conoscere quale sia la regolazione più adatta all'atleta o all'equipaggio, ci si arriva per tentativi cambiando un parametro per volta, con lo scopo di ottimizzare i fenomeni fisici di base che sono visibili o percettibili dall'atleta.**
- Atleta di alto livello - dobbiamo osservarlo e filmarlo proprio mentre entra in difficoltà, in quel momento diventa più evidente il difetto (la spia); anche in questo caso non è affatto utile cercare di eliminare la spia direttamente; la causa del problema c'è anche quando non siamo in grado di vedere la spia; in quella fase l'atleta ha ancora le energie per "compensare" il fenomeno, ed è motivato a farlo per limitare i danni e non perdere l'efficacia dell'azione. Quindi l'eliminazione della causa è una operazione difficile; occorre trovare il modo di eliminare l'errore rendendo visibile direttamente la causa, quindi l'atleta deve smettere di compensare l'errore. In questo modo facciamo il contrario di eliminare la spia; durante le esercitazioni tecniche possiamo chiedere all'atleta di rinunciare all'efficacia del gesto, e quindi di rinunciare alla compensazione dell'errore, per poter lavorare sulla efficienza.

Quindi nel caso in cui l'atleta commetta un solo errore, cercare di eliminare solo l'aspetto visivo dell'errore è sbagliato; nel caso di due errori in cui uno dipende dall'altro, la situazione è ancora peggiore; in genere la spia che vediamo ci indica solo il secondo errore, mentre noi desideriamo togliere il primo per correggere i due problemi simultaneamente.

Nei casi più complessi occorre ripartire da zero utilizzando la MetaTecnica; le doti dell'atleta o dell'equipaggio nel suo complesso non sono adeguate ad una rapida soluzione e si consiglia di ripartire dalla pietra angolare (par. 0.3) e farlo nelle barche corte (k1 e k2 per il kayak, 1x o 2- nel canottaggio).

Uno dei fenomeni fisici relativi alla MetaTecnica è direttamente connesso alla MicroTecnica anche senza la presenza dell'acqua: il movimento di abbrivio della imbarcazione rispetto all'atleta; questa fenomeno è così importante da meritare di essere isolato ed ottimizzato in palestra; può essere realizzato con opportuni ergometri o macchine inerziali (par. 0.4). In questo modo è possibile ottimizzare le problematiche di abbrivio tra atleta ed imbarcazione, senza doversi occupare delle problematiche relative alla presa d'acqua. In verità, durante le

esercitazioni tecniche in barca è possibile fare altrettanto in questo modo:

1. Prima, ci si concentra sulle problematiche di MicroTecnica per ottimizzare il movimento relativo alla imbarcazione ignorando il comportamanto della pala in acqua; e
2. Successivamente, appena realizzato il compito precedente, la presa d'acqua sarà un problema molto più facile da risolvere in quanto viene costruito in modo sincronizzato con il movimento della barca (par. 0.5)

Nel caso che il paragrafo 0.5 non fosse stato del tutto assimilato si può comprendere l'interazione tra i moti della barca e la presa d'acqua della pala con un esempio più semplice. Si consideri un bicchiere poggiato su un tavolo ed un uomo che deve versare acqua nel bicchiere; se il tavolo si trova in una nave e siamo in condizioni di mare mosso, l'uomo deve prima stabilire un equilibrio in cui riesce a tenere ferma la bottiglia rispetto al bicchiere e, solo successivamente, iniziare a versare l'acqua nel bicchiere.

Questo fenomeno non è facilmente sperimentabile da chiunque; poichè, nel caso di più basso livello, l'atleta è incastrato dentro in kayak in modo molto scomodo e riesce solo ad arretrare (intropinta), per cui gli ulteriori movimenti che potrebbe fare non sarebbero equilibrati e potranno solo peggiorare la situazione. Gestire i moti della imbarcazione significa prima di tutto avere una posizione comoda che permetta ogni movimento utile senza perdere l'equilibrio (par 8.1).

0.10 – Questionario

Ogni allenatore ottiene i migliori risultati utilizzando i metodi che padroneggia perfettamente. Possiamo utilizzare i metodi degli altri solo dopo averli assimilati; tuttavia è anche possibile utilizzare il materiale proposto in questo testo come base di dialogo: le risposte alle **seguenti domande** possono essere un valido stimolo per la discussione con gli atleti o con altri colleghi allenatori in modo sottrattivo. Cioè, prima di inserire delle novità, iniziamo ad abbandonare schemi che pur se sono risultati vincenti non permettono ulteriori miglioramenti. Come indica Jernej Župančič Regent nel suo manuale per allenatori di canoa (*04): se vogliamo scalare la montagna più alta, e ci troviamo sulla cima di una collina, è meglio ripartire da zero; quindi il metodo sottrattivo in questo caso coincide con lo scendere dalla collina e trovare la montagna più alta prima di iniziare la scalata.

- Un K1 W 200m effettua il percorso il 40.0" con passaggio di 20.1" ai 100m; è una gara a velocità costante? (Fig 1.1)

- Un equipaggio, negli ultimi 250m di una gara di 1000m aumenta la frequenza per mantenere stessa velocità; è un comportamento di un equipaggio di alto, medio o basso livello? (Fig 2.2; Fig 3.2)
- Nelle tre fasi della pagaia (inizio, centro e fine) in quale fase la pagaia ha la maggiore velocità angolare? (Fig 7.2e)
- Esiste una velocità in cui gli atleti passano la maggior parte della gara? (Capitoli 1,2,3,4).
- Esiste una modalità in cui gli atleti percorrono la maggior parte della gara? In caso affermativo, è misurabile? Di cosa si tratta? (Capitoli 1,2,3,4).
- Quando in una gara di 1000m di kayak o 2000m di canottaggio gli atleti aumentano la velocità per motivi tattici; in che modo lo fanno? E possibile definire questa modalità matematicamente in base a velocità e frequenza? (Capitolo 2 e 5)
- Nel kayak, un K1 con un atleta di 80Kg che procede alla velocità di 5m/s è frenato approssimativamente da una forza di 7Kg peso; nella fase aerea l'atleta deve spingere la imbarcazione in avanti con una forza di 7Kg peso? Cosa accade se l'atleta non applica forza sulla imbarcazione durante la fase aerea? (Fig 7.1.5).
- Quali sono gli effetti di un allenamento effettuato con un freno idrodinamico? (Capitolo 8).
- Procedendo alla stessa velocità, se l'atleta procede a 80c/min piuttosto che a 100c/m deve applicare mediamente più forza? (Capitolo 5)
- Se un atleta applica forza in barca con una velocità più elevata utilizza una potenza superiore; è un fenomeno positivo o negativo? (Capitolo 6.1).
- L'avanzamento per ogni passo (falcata) nella atletica leggera è maggiore per le gare più veloci; è così anche nel kayak? In ogni caso, se ne conosce il motivo? (Capitolo 5.1).
- Se la barca è frenata dall'acqua con una forza di 7Kg peso, che forza media deve applicare l'atleta sulla pagaia? Il suo valore medio durante la fase in acqua da cosa dipende? Il valore della forza sulle mani è più alto di 7Kg peso? (Capitolo 8 e 5.1).
- Alcuni atleti di kayak sono deboli in partenza e forti sul passo e viceversa; dal punto di vista dell'applicazione della forza cosa cambia? (Capitolo 8).
- Molti atleti mantengono la pala in acqua per il 65% del tempo, cosa cambia se lo fanno il 55 o 75%? (Capitolo 8).

0.11 - Organizzazione dei capitoli.

Nei primi 4 capitoli si mostrano le elaborazioni dei dati gps di alcune gare internazionali. Si utilizza il grafico-H per definire il parametro relativo alla energia per colpo togliendo l'indeterminazione che si ha quando i parametri non sono visti nel loro insieme; la lettera H è in onore ad Heisenberg per il suo principio di indeterminazione.

Nel capitolo 5 vengono definiti i parametri misurabili mediante l'analisi dei video e viene fatta una rapida analisi delle problematiche riscontrate negli atleti utilizzati come riferimento; chiameremo questo tipo di misure step1 e step2.

Nel capitolo 6 viene mostrata la cosa più rara da vedere nei filmati: la trasmissione della forza e l'equilibrio delle inerzie. Vengono utilizzate due sequenze video in cui i fenomeni dinamici sono così vistosi da poter essere sia visualizzati che calcolati numericamente; inoltre sempre nel capitolo 6 viene mostrato un esempio di come i fenomeni dinamici possono essere valutati tramite l'utilizzo di sensori inerziali. Questo è uno dei pochi casi in cui il "gigante invisibile" (la MetaTecnica) viene osservato con attenzione; in questo modo possiamo imparare ad associare i fenomeni con le "tracce" che restano più evidenti; in seguito, quando incontreremo nuovamente le stesse tracce, anche se molto meno evidenti, non avremo dubbi riguardo la identità del fenomeno valutato.

Nel capitolo 7 si utilizzano le analisi denominate step1 e step2 sugli stessi atleti considerati nei grafici-H presentati nei primi 4 capitoli.

Nel capitolo 8 vengono affrontati gli argomenti più complessi: l'armonia, le accelerazioni inutili ed il recupero energetico delle energie non utilizzate per la propulsione.

Nel capitolo 9 si pone l'attenzione sull'oggetto da realizzare e si prospetta una RoadMap per monitorare il raggiungimento dello scopo. Infine vengono descritte le esercitazioni principali per comprendere ed ottimizzare i vari fenomeni descritti.

Capitolo 1 : Il grafico-H. Rappresentazione grafica del modello di gara e della tattica.

Un esempio di gara: Coppa del Mondo, Duisburg 2016 K1 W 200m FA.

Per poter apprezzare le informazioni fornite in modo graduale, si parte da un insieme di dati molto ristretto, poi si aggiungono gradualmente le altre informazioni disponibili fino ad arrivare all'utilizzo del grafico-H. Alla fine di questo capitolo si potranno individuare tutte le informazioni che, senza questo metodo, verrebbero **completamente ignorate**.

Prendiamo in esame la gara di Coppa del Mondo di Duisburg 2016 K1 W 200m Finale A (link <https://youtu.be/IPmEQkjmnyY?t=37m10s>).

La gara è stata vinta dalla atleta NZL con il tempo di 38.9" e passaggio ai 100m in 20.1"; a prima vista sembra una gara effettuata in progressione. La gara della atleta UKR, settima arrivata con il tempo di 40.0" e stesso passaggio ai 100m: a prima vista sembra una gara a velocità costante.

Se prendiamo in esame un numero più elevato di tempi intermedi ed aggiungiamo i valori di velocità e frequenza, estratti dalla tabella relativa ai dati gps pubblicati dallo ICF, abbiamo:

Tabella 1.1 (NZL)

	tempo	vel. (m/s)	freq (spm)
50m	11.1"	5.6	150
100m	20.1" (9.0")	5.5	152
150m	29.3" (9.2")	5.4	150
200m	38.9" (9.6")	5.0	140

In questo modo si capiscono più cose ma ancora mancano parecchi dati:

Supponiamo di voler controllare anche i dati ad ogni 10m.

Supponiamo che ci interessi vedere anche i valori di:

- avanzamento per colpo;
- energia per colpo;
- potenza;
- forza;
- variazione relativa di alcuni di questi parametri;
- differenze in alcuni punti della gara tra vari atleti; e
- verifica dei tratti in cui l'atleta mostra una delle modalità caratteristiche in cui si tengono costanti i valori di: avanzamento per colpo o energia per colpo o frequenza o velocità.

Tutte queste cose insieme possono essere fatte in un grafico: viene chiamato **grafico-H** in omaggio al **principio di indeterminazione di Heisenberg**; il motivo del nome è semplice: la energia per colpo è calcolabile come il prodotto della Forza media sul colpo e l'Avanzamento per colpo; quindi per un solo valore di energia per colpo abbiamo infinite combinazioni dei suoi fattori.

Per quanto detto, l'energia per colpo è un ottimo indicatore della forza solo per gli atleti che utilizzano la modalità con avanzamento per colpo costante; per tutte le altre modalità è un indicatore indeterminato ed occorre utilizzare il grafico-H.

La forza che l'atleta deve trasferire al sistema (atleta più imbarcazione) ad una data velocità dipende da quattro elementi:

- La velocità
- La accelerazione
- La percentuale di durata della fase attiva (che verrà chiamata percentuale di tempo in acqua o %TAcqua)
- Il rendimento idrodinamico

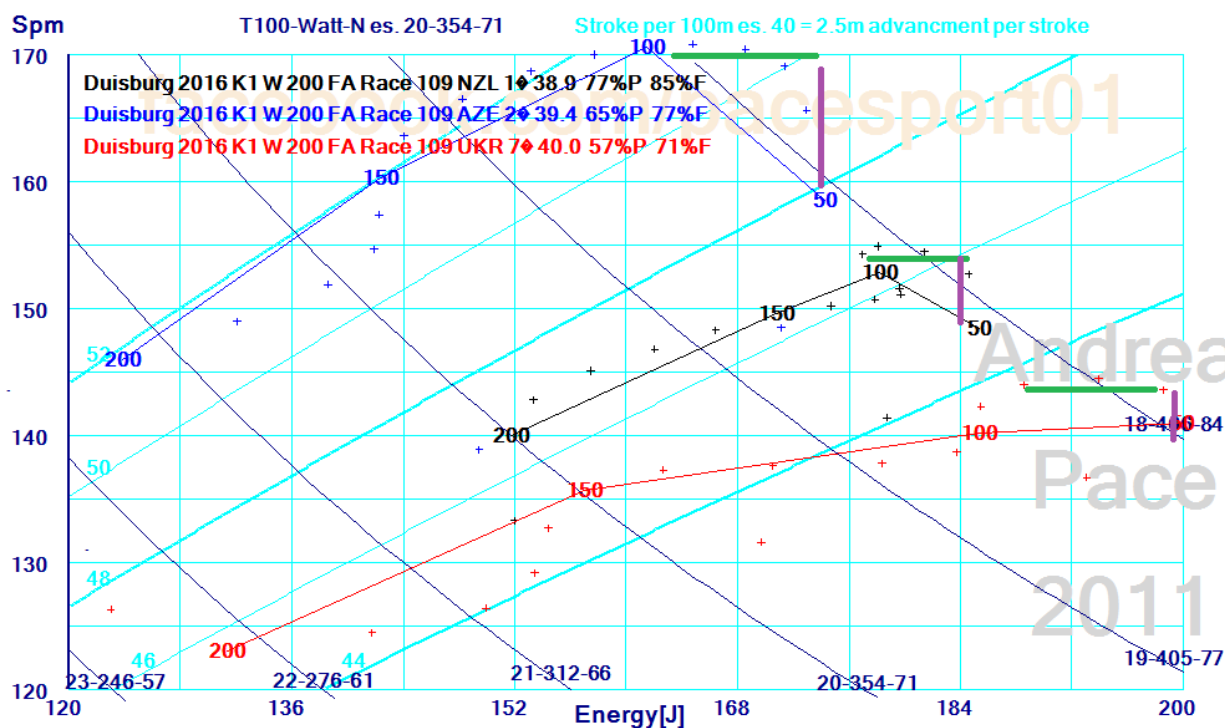


Fig 1.1

Quindi, affermare che l'energia per colpo rappresenti la forza applicata in acqua è arbitrario. Utilizzare il solo valore della energia per colpo senza valutare le quattro variabili riportate sopra, conduce ad errori di valutazione.

In alcuni casi **l'elemento più importante è il dato della percentuale di tempo in acqua**; nel seguito ne vedremo dettagliatamente il perchè; questo dato può essere inserito nel grafico ma negli esempi riportati **non è stato utilizzato**.

In questo capitolo vengono utilizzati i dati di energia, forza e potenza ricavati in base ad alcune formule che vengono espone nel **Capitolo 5 (Par. 5.1)**.

Ora osserviamo la **Fig 1.1** (Duisburg 2016 K1 W 200m FA Race 109) che contiene il grafico-H di tre atlete:

- NZL 1° 38.8"; 77%
- AZE 2° 39.4"; 65%
- UKR 7° 40.0"; 57%

Il valore di percentuale accanto al tempo finale realizzato rappresenta una stima generosa(*) della parte di potenza espressa negli ultimi metri rispetto al tratto più veloce della gara.

(*) Generosa perchè nella parte finale la barca è in decelerazione e, come verrà mostrato con i calcoli al Paragrafo 8.2, dobbiamo considerare che in realtà è necessario applicare una forza inferiore di circa 0.5Kg peso, che a quella velocità porta ad una ulteriore riduzione di 25Watt.

L'equipaggio UKR è stato scelto per visualizzare il vistoso calo di velocità nel tratto finale della gara; tutto il contrario della gara a velocità costante ipotizzata vedendo i soli tempi di passaggio ai 100m ed ai 200m; nel tratto finale gli resta meno del 57% della potenza massima espressa 30" prima.

Dal grafico-H di **Fig 1.1** si deducono alcune importanti informazioni; utilizziamo queste per imparare a leggere i valori dal grafico stesso:

- Le tre atlete passano ai 100m praticamente insieme; questo si può valutare anche dal grafico-H: osserviamo le etichette dei 50 e 100 metri, sono tutte molto vicine alla iperbole di velocità costante relativa a 18" su 100m; T100=18" che corrisponde a 466 Watt di potenza e 84 Newton di forza media su colpo (dalle formule che vedremo in seguito).
- Tra ogni coppia di etichette colorate che rappresentano i punti per ogni 50m di percorso ci sono 4 croci ad indicare i punti per ogni 10m di percorso.
- Come si può notare per NZL (nero) ed AZE (blu) tra il punto ai 50m e quello ai 100m non c'è differenza di velocità ma solo un incremento di 10 e 20 colpi/min rispettivamente; dai valori per ogni 10m si nota che comunque una velocità più alta è

stata registrata e quindi c'è una giustificazione al grosso incremento di frequenza.

- Per motivi legati alla analisi numerica dobbiamo analizzare i dati tra i 50 ed i 100m con l'aiuto di due segmenti.
- Per quanto detto sopra, il tratto tra i 50m ed i 100m è approssimato meglio con due segmenti; i segmenti di color viola rappresentano la modalità con energia per colpo costante; i segmenti in colore verde rappresentano la modalità a frequenza costante.
- Dai 100m in poi si passa alla fase in cui il rendimento è il parametro più importante: dalla teoria della propulsione navale sappiamo che l'atleta può avere il massimo rendimento per un solo valore di avanzamento per colpo (è uguale al "coefficiente di avanzo" a meno che non si cambi la %TAcqua - Par. 0.5). Invece dell'avanzamento per colpo espresso in metri si preferisce dare il numero di colpi effettuati in 100m (ad es. per un avanzamento pari a 2.5m si ha $n_{100} = 100/2.5 = 40$). I punti colorati di ogni atleta si dispongono parallelamente alle linee in colore ciano. La AZE procede con l'avanzamento più piccolo, corrispondente a 52 colpi su 100m la NZL con 46,5 e la UKR non esegue mai questa modalità efficiente; non ci stupisce il fatto che sia la più lenta negli ultimi metri.
- Per valutare la velocità finale nei 200m per ogni atleta basta leggere il valore del T100 sulla linea blu più vicina: 20" per NLZ (significa che termina con la velocità di $100/20 = 5\text{m/s}$), 21.3" per AZE e 22.2" per UKR.
- Possiamo facilmente osservare in quale tratto la NZL vince la gara; nel tratto tra i 100m ed i 150m il suo T100 cala solo di 0.5" mentre per le altre 2 atlete il T100 cala di 1.5"; questo significa che in quei 50m la NZL guadagna 0.5" sulle altre 2 atlete.
- Per chi fosse convinto che le atlete che utilizzano un avanzamento maggiore siano tecnicamente migliori qui c'è una considerazione da fare: la UKR procede con un avanzamento più grande rispetto alle altre due, ma non ha utilizzato in modo costante alcuna andatura cambiando il valore di avanzamento ad ogni 10 metri di gara. **Quindi l'avanzamento è un parametro importante, ma l'atleta deve trovare ed utilizzare il valore corrispondente al massimo rendimento idrodinamico, e non deve invece cambiarlo in base ad sensazioni o esigenze tattiche.**

L'idrodinamica non può dirci quale sia l'avanzamento ideale per ogni atleta, ma indica che c'è solo un valore di avanzamento corrispondente al massimo rendimento propulsivo; se l'atleta lo cambia continuamente ottiene un rendimento inferiore. Vedremo che, nelle gare dei 1000m, i tratti di gara ad avanzamento costante possono essere due e con avanzamenti diversi; in quel caso la bravura dell'atleta è proprio quella di essere in grado di adeguare qualche parametro della tecnica in modo da avere un rendimento elevato in entrambi i casi.

Capitolo 2: Il grafico-H ed il Canottaggio: i modelli di riferimento, Aguibellette 2015 M2x FA, L4- FA.

Osserviamo qualcosa che distingua gli atleti per il modo di procedere piuttosto che per i valori di frequenza scelti: vediamo una gara di 2000m di canottaggio.

E' stato scelto l'equipaggio migliore in assoluto, per essere sicuri di confrontarci non solo con un equipaggio che vince ma anche con l'equipaggio che rappresenta la migliore espressione possibile della idrodinamica. Inoltre sono atleti del peso di 82Kg e altezza 1.84m, e questo è un ulteriore fattore di merito per l'equipaggio, perchè il peso degli atleti nelle gare di canottaggio rappresenta un vantaggio enorme.

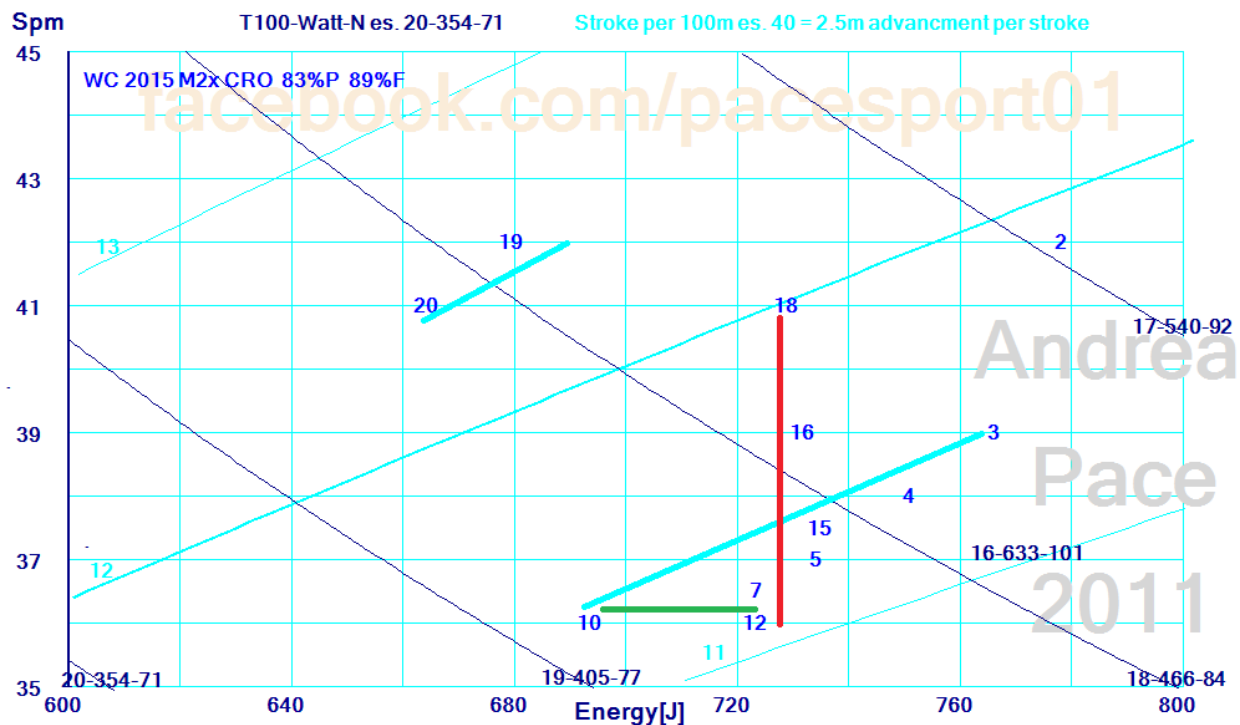


Fig 2.1

Vediamo in **Fig 2.1** la gara del M2x dei Sinkovic Brothers (world championship 2015 M2x Sinković - link <https://www.youtube.com/watch?v=OWJw3wtQpK4>). L'equipaggio ha controllato la gara dalla seconda posizione; poi passa in vantaggio ai 3/4 di gara e lo mantiene fino alla fine.

I dati gps non sono affidabili per i primi 200m, si può presumere che fino ai 250m

l'equipaggio abbia effettuato un calo progressivo della frequenza fino ai 300m (etichetta 3) con un valore di avanzamento per colpo equivalente a 11.3 colpi su 100m (in seguito denominato con n_{100} ; es. $n_{100}=11.3$); quindi procede con avanzamento su colpo costante fino ai 1000m (etichetta 10); poi c'è un tratto di accelerazione a frequenza costante fino ai 1200m che ha due obiettivi: aumentare la velocità e per la ricerca del valore di energia per colpo ottimale per l'incremento della frequenza; quindi dai 1200m fino ai 1800m c'è un continuo incremento di frequenza con un valore di energia per colpo costante (730Joule); sul finale di gara riprendono la andatura ad avanzamento costante.

Dal punto di vista tecnico è importante notare che le linee che congiungono i dati presi durante il percorso (in colore ciano e rosso) intersecano la iperbole relativa al $T_{100}=18''$ in tre punti corrispondenti alle distanze di 450m, 1550m e 1950m; in quei tratti l'equipaggio procede alla stessa velocità mentre fa tre cose dinamicamente molto diverse e con valori di n_{100} molto diversi: 11.3, 11.5, 12.4.

Quindi ai fini dell'allenamento i margini di tecnica e la regolazione delle leve devono permettere all'equipaggio di avere un buon rendimento per la velocità relativa al $T_{100} = 18''$ sia alla frequenza di 38colpi/min che a quella di 41colpi/min.

Dal grafico si deducono anche le seguenti informazioni:

- Le esercitazioni in cui l'equipaggio esprime il massimo della potenza potranno essere effettuate a 780Joule; questo è il valore utilizzato nei primi 250m;
- Possiamo utilizzare le combinazioni di frequenza ed avanzamento corrispondenti al valore di 730Joule quando si effettuino lavori per allenare gli atleti per la fase di incremento della frequenza di remata; lo stesso tratto utilizzato dai 1200m ai 1800m di gara;
- Per quanto riguarda i tratti ad avanzamento costante, il più importante è quello fatto con un valore di $n_{100}=11.3$ colpi/100m perchè viene utilizzato per quasi metà dell'intera gara; e
- Infine negli ultimi 200m, nonostante le condizioni di estrema stanchezza, l'equipaggio riesce ad effettuare una andatura ad avanzamento costante: quest'ultimo è molto diverso dal tratto precedente (sempre in colore ciano), poichè a parità di velocità la frequenza è più alta di 3spm in più.

L'equipaggio si allena in un modo che non conosciamo, ma quei valori sono un riferimento per tutti gli altri che volessero emulare i campioni analizzati.

Un fenomeno deve essere chiaro: non c'è in tutta la gara un tratto in cui si proceda a

velocità costante; nei prossimi capitoli vedremo che chi lo esegue perde: **questo può sembrare un paradosso perchè qualunque allenatore incita i suoi atleti a mantenere la velocità se non ad aumentarla; invece questo deve essere fatto al momento giusto e con modalità precise..**

Studiando il gesto tecnico nelle varie fasi della gara potremmo scoprire come questi atleti realizzino le diverse modalità di gara, ma non possiamo farlo, perchè i filmati disponibili non permettono ulteriori analisi.

Con una anticipazione rispetto ad alcuni parametri che verranno definiti in seguito possiamo riassumere in poche parole il comportamento tecnico di questo equipaggio:

Il beccheggio della barca è un fenomeno ridotto, al momento dell'entrata in acqua l'azione di frenata dovuta alla inversione del moto dell'atleta tramite il carrello è minima, perchè inizia dopo che i remi hanno la giusta "presa" in acqua, sul finale la prua non scende finchè i remi non sono usciti dall'acqua, i remi non mostrano turbolenza in nessuna fase della remata, le misure dello scorrimento (slittamento) dei remi in acqua mostrano valori nulli o addirittura "negativi".

Per mostrare qualcosa in più sullo scorrimento dei remi si mostra un equipaggio di una finale A che ha uno scorrimento (o slittamento) di 20cm. Inoltre, per questo equipaggio, si nota che la prua si abbassa velocemente prima dell'uscita del remo; questo accade per una azione in cui non si riesce a riutilizzare l'energia relativa all'impulso rotatorio del tronco. L'impulso rotatorio deve essere trasferito a tutto il corpo facendo leva sulla punta dei piedi; in questo modo si ha la giusta riduzione di peso sul carrello (Capitolo 8). Nel filmato indicato si nota anche la turbolenza intorno ai remi.

Come già detto in precedenza, se la idrodinamica non è ottimizzata, dobbiamo aspettarci dei problemi sulla realizzazione tattica della gara. In **Fig 2.2** vediamo un grafico-H completamente diverso da quello scelto come "riferimento" in **Fig 2.1**. Il grafico è relativo allo stesso Campionato del Mondo di Aguibellette (FRA) 2015 per l'equipaggio LM4- ITA.

La modalità ad energia su colpo costante è stata utilizzata solo nei primi 500m; poi, al posto della fase più efficiente ad avanzamento costante, è stata realizzata una fase a frequenza costante. In seguito il tratto in cui si incrementa la frequenza, dai 1000m ai 1600m, viene eseguito a velocità costante passando dai 37 ai 40c: questo è il tratto che più di ogni altro mostra l'incapacità di eseguire la tattica desiderata, si procede con un

T100=18" (la iperbole in colore blu più vicina). In seguito un ulteriore incremento di frequenza, da 40 a 44c fa diminuire la velocità, arrivando al T100=19".

Quindi abbiamo il caso ottimale del M2x con una tattica che troveremo in moltissime gare di kayak nei 1000m; ed a questo si vede associata una ottima realizzazione del comportamento idrodinamico di barca e remi. Tutto questo è dovuto ad una corretta ma **soprattutto completa costruzione della tecnica**; osservando i punti di osservazione utilizzati nei filmati di esecuzioni tecniche inseriti su youtube dall'allenatore Croato Nikola Bralic, si capisce come ogni particolare sia controllato in modo impeccabile; questo è realizzato appunto mediante la scelta ottimale dell'angolo delle riprese video. Per evitare formule e modelli fisico-matematici si fornisce una sintesi della fase attiva, in termini dinamici piuttosto che i soliti riferimenti relativi alla posizione dell'atleta:

1. La presa d'acqua effettuata con il solo movimento delle braccia (tese);
2. L'equilibrio delle masse e forze in gioco rispetto all'acqua sin dall'inizio; e
3. Nella parte finale si realizza la parziale sospensione; il fenomeno che alleggerisce il peso sul sedile in modo tale da dare tempo ai remi di terminare l'azione primaria che la prua scenda;

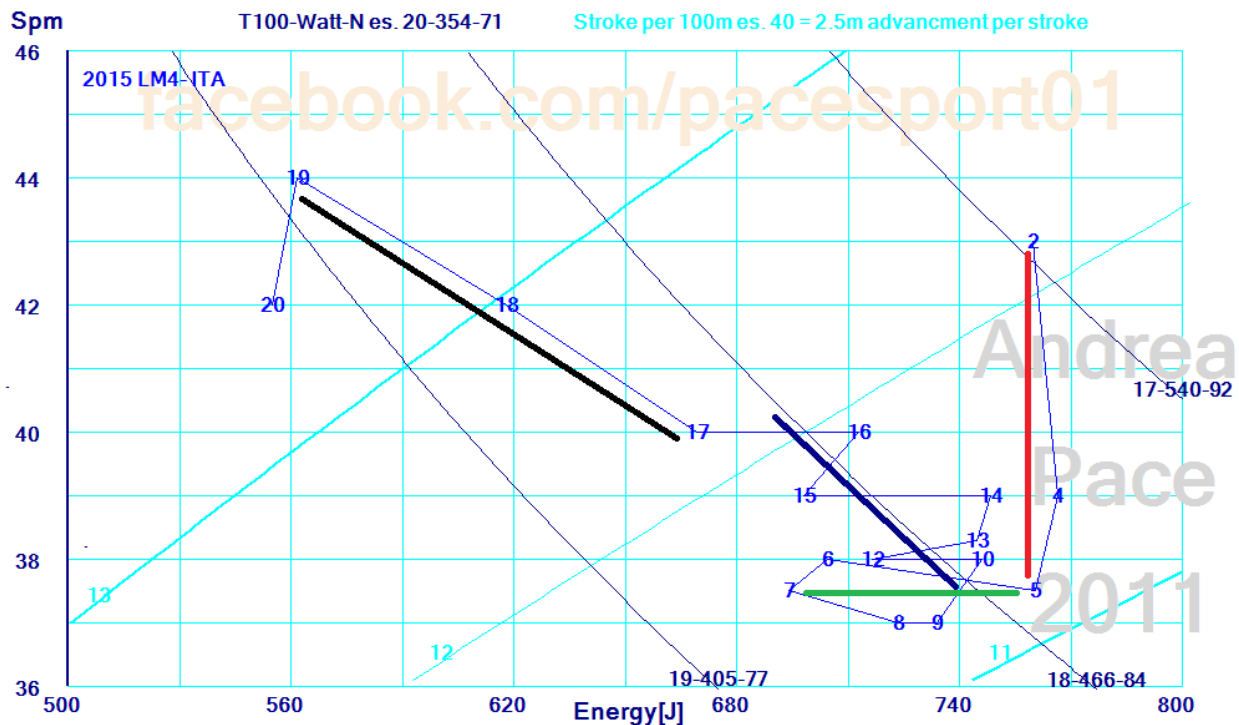


Fig 2.2

è semplice definire la tecnica per un equipaggio simile; esegue un movimento estremamente complesso ma lo fa con poche azioni con continuità ed armonia; per mantenere quel livello la Tecnica Base è sufficiente; per arrivare a quel livello con la sola Tecnica Base occorre avere tutte le doti complementari già nel DNA.

Per verifica si riassume la analisi di un caso, lo LM4- ITA (**Fig 2.2**), in una gara in cui tutto è andato male: lo scorrimento (slittamento) dei remi, il beccheggio della imbarcazione e la tattica di gara; da metà gara in poi l'incremento di frequenza non ha portato variazioni positive di velocità. Al solo scopo di dare una idea di quanto possa costare uno scorrimento (slittamento) dei remi di 0.20m viene fatto un calcolo molto approssimato: se sommiamo i 20cm di scorrimento ad ogni colpo effettuato abbiamo circa 48m da percorrere in più; l'equipaggio ha perso di 8" durante i quali avrebbe percorso 44m; ovviamente quando i remi non scorrono occorre applicare più forza e quindi i calcoli fatti sono approssimati in eccesso; comunque l'idea che senza lo scorrimento dei remi, l'equipaggio avrebbe addirittura potuto vincere, è suggestiva e decisamente motivante per gli stessi atleti.

Capitolo 3: Il grafico-H.

Kayak: Duisburg 2016 K4 M 1000m FA.

In **Fig 3.1** sono riportati i grafici-H (dati gps-ICF) relativi al primo (AUS) ed il terzo arrivato (BLR). Tralasciando i dettagli si nota una grossa differenza tra i due equipaggi: il K4 AUS procede con $n_{100} = 36$ (cioè 36 colpi su 100m) mentre il K4 BLR con $n_{100} = 33$; entrambi gli equipaggi effettuano il tratto dai 200m ai 600m con la modalità ad avanzamento per colpo costante, si suppone che ogni equipaggio proceda con un buon rendimento in base l'avanzamento scelto.

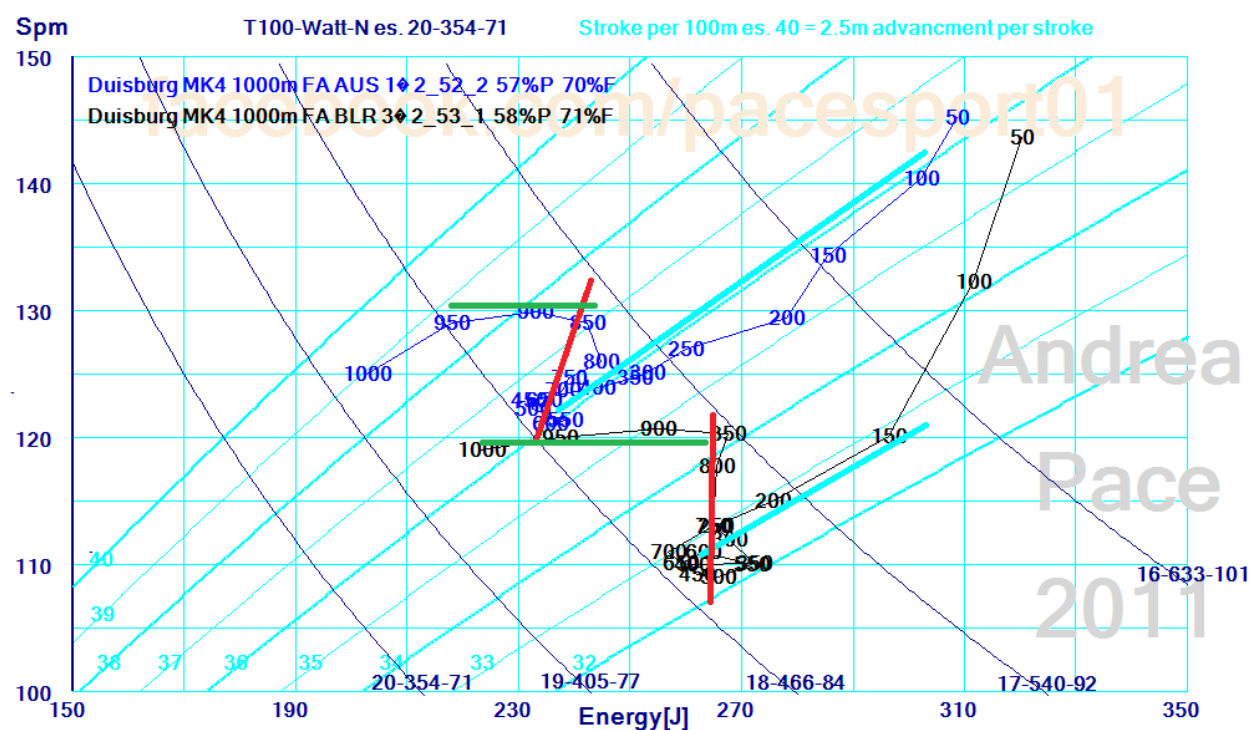


Fig 3.1

Il tratto segnato con le linee in colore rosso, in cui si incrementa la frequenza mantenendo costante la energia per colpo, viene eseguito tra i 600 e gli 800m; l'equipaggio BLR esegue questo tratto con energia per colpo costante (260Joule) mentre l'equipaggio AUS inizia questa progressione con un valore di energia più basso (235Joule) ed in effetti incrementa sia l'energia che la frequenza contemporaneamente.

In **Fig 3.2** è riportato il grafico-H relativo all'equipaggio arrivato ultimo nella stessa gara (ITA). L'avanzamento per colpo nei primi 500m si assesta sul valore di $n100 = 36$, lo stesso del K4 AUS. Ancora una volta si vede che la differenza tra equipaggi buoni e cattivi non è associabile alla sola frequenza di pagaiata ma alle sue variazioni.

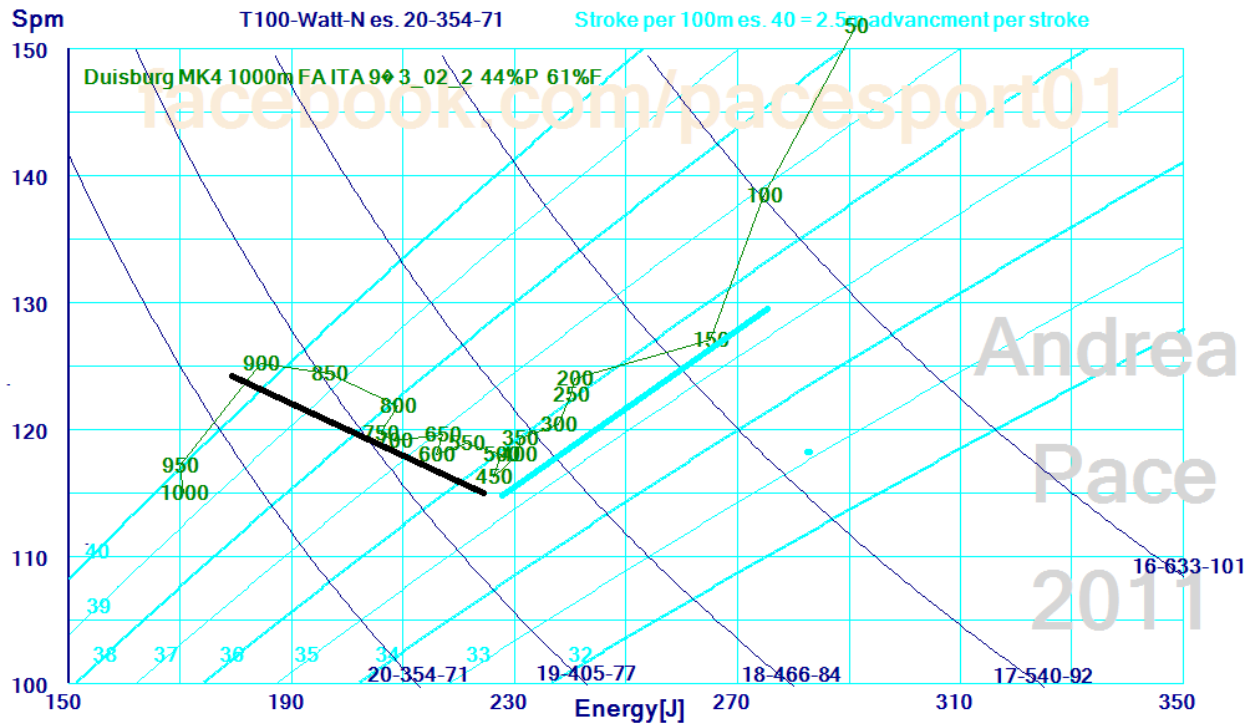


Fig 3.2

Dopo i 500m il K4 ITA tenta qualcosa il cui effetto è solo una diminuzione di velocità meno rapida: con la linea nera viene evidenziato il tratto in cui passando dai 118 ai 125 colpi/min il T100 peggiora di circa 1" (da 18.5" a 19.5"); nello stesso tratto, per gli altri due equipaggi, c'è stato un incremento di 1" (da 18.0" a 17.0").

Capitolo 4: Il grafico-H.

Kayak: Montemor 2015 K1 M U23 1000m FA.

In **Fig 4.1** sono riportati i grafici-H relativi alla gara "K1 U23 Men 1000m | Montemor-O-Velho 2015" (link <https://youtu.be/9i7o8Qdyogg?t=1m3s>); le etichette blu rappresentano l'atleta primo arrivato (ESP), e le etichette nere rappresentano l'atleta settimo arrivato (AUT).

Il vincitore esegue un percorso simile a quello già visto per il M2x CRO ed i K4 AUS e BLR. L'atleta procede con la modalità ad avanzamento costante fino ai 500m (n100 = 37.5), poi continua nella modalità a colpi costanti (105colpi/min) perdendo velocità fino ai 600m e riprendendo velocità fino ai 700m; poi mantenendo costante l'energia per colpo (160Joule) aumenta la frequenza fino a disporsi sulla linea di avanzamento con n100 = 40 e termina la gara con quel valore di avanzamento.

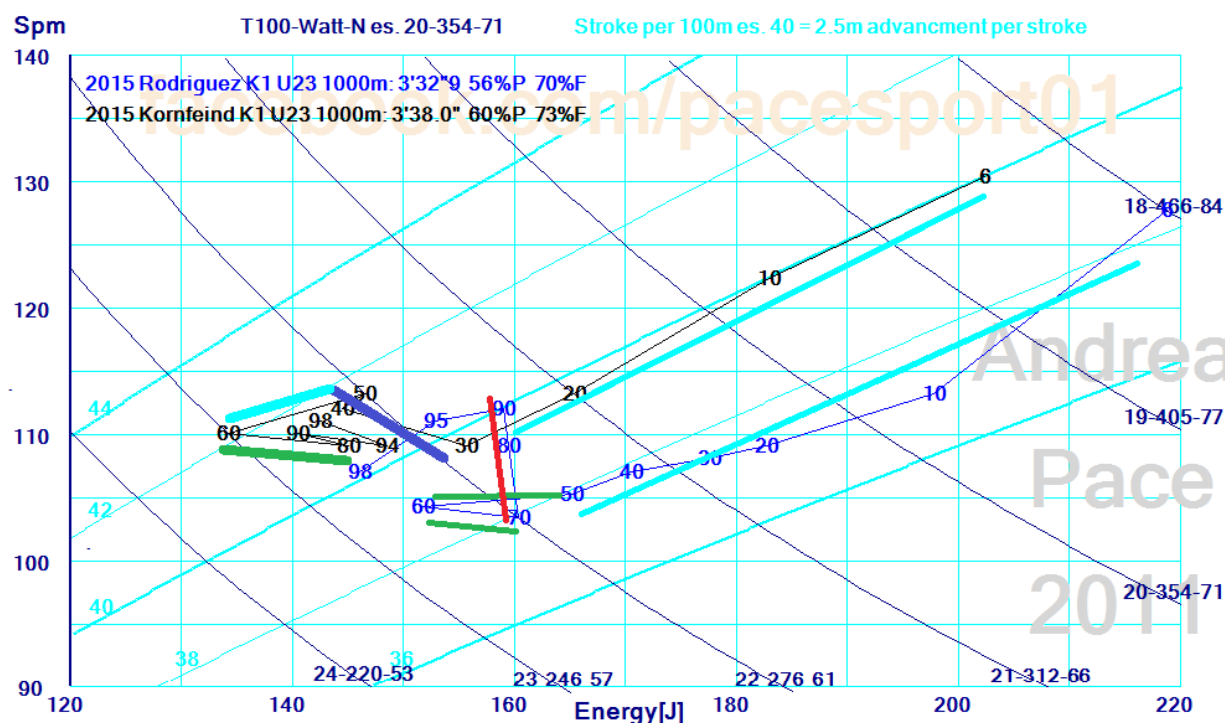


Fig 4.1

L'equipaggio AUT invece procede fino ai 300m nella modalità ad avanzamento costante ($n_{100} = 40$). Quando l'atleta perde la terza posizione tenta qualcosa. Esegue il tratto dai 300m ai 500m con velocità costante (linea Blu) nonostante l'incremento di frequenza di 5 colpi/min; successivamente continua a perdere terreno rispetto agli avversari.

Nel Capitolo 6.1 avremo una ulteriore occasione di esaminare l'atleta AUT come esempio negativo per l'idrodinamica. C'è da dire che dal punto di vista della tecnica relativa al movimento del corpo non ci sarebbe alcun motivo di pensare che sia peggiore del vincitore: l'origine del problema in questo caso è proprio il fatto che l'atleta si muova in modo brusco. Il desiderio di imprimere tutta la propria forza può produrre risultati positivi su un ergometro – ma non su una imbarcazione; questo contrasta sia con il fatto che alla barca possono essere applicati a quella velocità solo 6.5Kg peso in modo continuo e che imprimere troppa forza prima di creare un adeguato appoggio in acqua è controproducente. Al contrario i remi del M2x visto prima, prendono addirittura uno schiaffo in acqua sul retro della pala in fase di immersione, appunto per non perdere terreno e alla fine di ogni colpo guadagnano qualche centimetro invece che perderne 12 come accade all'equipaggio AUT che vedremo in Fig 6.1 .

Capitolo 5: Definizione degli aspetti di tecnica legati alla idrodinamica.

Dal prossimo capitolo si procederà ad analizzare i problemi tecnici degli atleti delle finali A delle gare di coppa del mondo. Qui si definisce il metodo con cui verranno eseguite le misure. Per ora verranno utilizzati i filmati di un atleta al solo scopo di mostrare il metodo di misura.

C. Beltrami (*02) ha precedentemente studiato e scritto come alcune analisi video si distinguono per fenomeni che riguardano lo spazio, mentre altre per fenomeni che riguardano il tempo ed il sincronismo tra alcuni eventi.

Nel 2015 viene definito un insieme di misure denominato "step1" (*04), si tratta di una serie di misure geometriche eseguite per tracciare le variazioni tecniche degli atleti.

In questo articolo vengono aggiunte alcune informazioni che riguardano il sincronismo o la successione di eventi; per uniformità di linguaggio viene denominato step2. In particolare, la analisi riportata in Fig 5.2b viene ripresa da un altro articolo (*3).

5.1 - Step1: primo insieme di misure geometriche e cinematiche.

Nella **Fig 5.1a** viene descritto in cinque fotogrammi il modo di rilevare i dati:

Dal primo fotogramma ricaviamo **l'angolo di entrata** ricavato dall'angolo in alto formato dalla pagaia e una linea verticale: questo è il primo risultato pari a 52° . Operativamente, nello stesso fotogramma si segna una linea gialla per cronometrare il tempo di percorrenza della imbarcazione (5.2m); inoltre viene segnato con una linea blu il punto di entrata della pagaia, ottenuto dall'incrocio delle linee in colore ciano; le linee in colore ciano rappresentano il prolungamento del manico della pagaia, ed il confine della superficie dell'acqua con la barca.

Dal secondo fotogramma si ricava la distanza del manico della pagaia, ricalcato con una linea verde, rispetto alla linea blu segnata in precedenza: in questo caso abbiamo il secondo risultato pari a -0.08m di scorrimento (slittamento) nella prima metà della pagaia.

Dal terzo fotogramma si ricavano:

- **lo scorrimento (slittamento)** della pala rispetto al riferimento relativo al centro della pagaia, disegnando la linea verticale rossa in modo analogo a quanto fatto con la linea blu in entrata; si aggiungono -0.06m di scorrimento nella seconda metà;
- **l'angolo di uscita:** pari a 57° ; e
- **il tempo di permanenza in acqua** , 0.342";

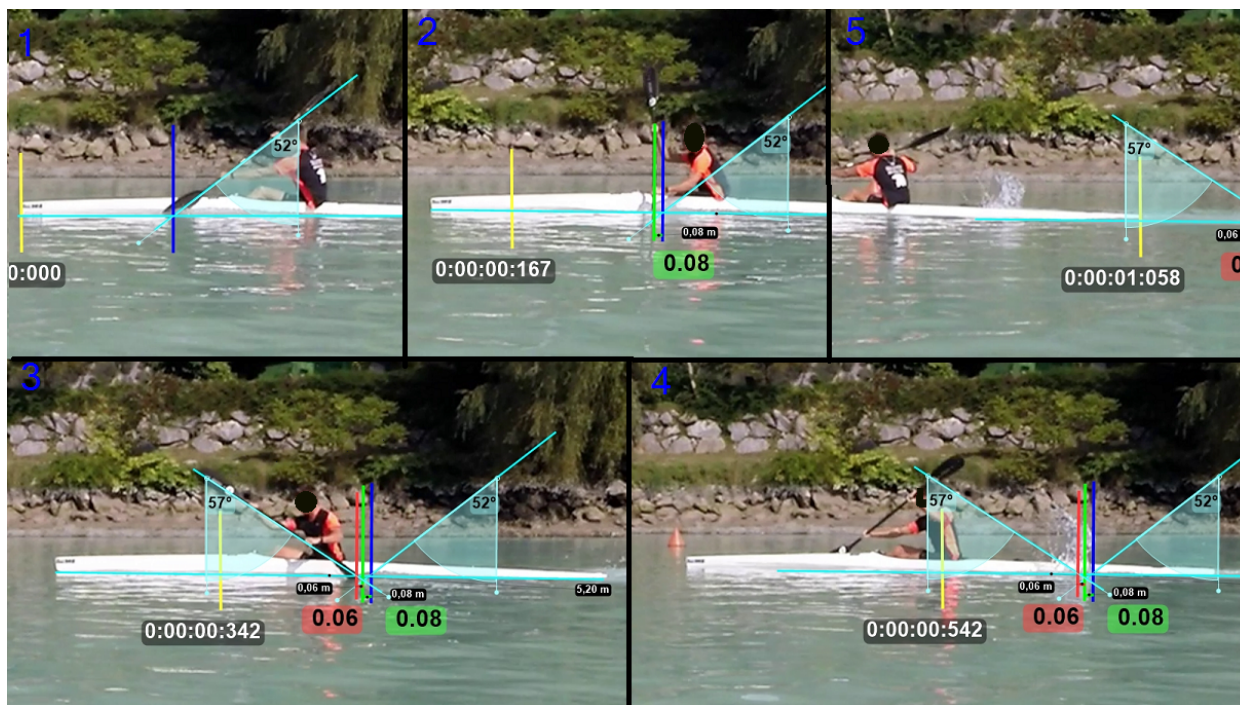


Fig 5.1a

Dal quarto fotogramma si ricava il tempo di **durata del colpo** che è pari a 0.542".

Dal quinto fotogramma si ricava il tempo in cui la barca percorre 5.2m (la sua lunghezza); il tempo in cui la poppa della imbarcazione è sulla linea gialla è pari a 1.058".

Per avere più precisione nelle misure, i tempi possono essere presi su 4 o più colpi; per la misura degli angoli occorre una ripresa perfettamente laterale, o una ripresa effettuata da una grande distanza oppure semplicemente una ripresa effettuata da una barca che si muove parallelamente al kayak. Per la misura della velocità media, per avere una maggiore precisione si consiglia una distanza maggiore di 5.2m.

Se non si dispone di un filmato slow motion (in questo caso 4x) allora occorre fare una media dei dati presi prima e dopo ogni evento descritto; cioè l'entrata e l'uscita dall'acqua ed il cronometraggio.

I dati misurati:

Angolo di Entrata	= 52°
Angolo di Uscita	= 57°
Atot; Angolo Totale	= 109°
Scorrimento a Metà palata	= -0.08m
Scorrimento totale palata	= -0.14m
Tempo in acqua	= 0.342"
Tempo del colpo	= 0.542"

Una volta raccolti questi dati, con un software si ricavano i parametri calcolati che sono:

%TAcqua; % di tempo in acqua	= 63%
% Var/Vacq; % Velocità in aria su Vel. acqua	= 111%
Frequenza; Frequenza di pagaiata	= 111colpi/minuto
T100m: tempo su 100m	= 20.35"
Energia su colpo	= 184 Joule
Energia su colpo (acqua dura)	= 209 Joule
n100: Numero di colpi su 100m	= 37.5;
Avanzamento; Avanzamento su colpo	= 2.66m;
Raggio1 della pagaiata	= 0.88;
Raggio1 apparente	= 0.96;
Forza media su colpo	= 69,2Newton;
Forza media in acqua	= 110 Newton;

Seguono le formule utilizzate per i calcoli:

%Tacqua	= 100 * (Tempo in acqua) / (tempo colpo)
% Var/Vacq	= 100 * ((180-Atot) / Atot) * (%TAcqua/(100-%TAcqua))
T100	= 100 * Tempo nella distanza / distanza (es. distanza = 5.2m)
velocità	= 100 / T100 = 4.91m/s
Potenza	= 5.393 * velocità^{2.6} = 5.393 * exp(velocità, 2.6) (*) = 338Watt
Energia su colpo	= Potenza * 60 / Frequenza
n100	= Frequenza * T100 / 60
Avanzamento	= 100 / n100
spostamento	= Tempo in acqua * 100 / T100
Forza media su colpo	= Potenza / Velocità

la formula per il Raggio viene fornita in seguito;

(*) Per il calcolo della potenza sono stati utilizzati due coefficienti ricavati in questo modo:

- L'esponente della velocità, pari a 2.6 è stato trovato per approssimazioni successive utilizzando centinaia di test effettuati da Oreste Perri negli anni 1991-1996;
- Il coefficiente 5.393 è stato trovato da me per uniformare i risultati dei percorsi di gara con quelli effettuati su un ergometro per kayak; la verifica è stata effettuata parallelamente su atleti della squadra nazionale e su atleti di livello inferiore. In ogni caso sono state fatte le opportune correzioni per il peso dell'atleta e riportate ad un peso standard di 80Kg. Per le valutazioni effettuate in barca, nella maggior parte dei casi, non c'è motivo di utilizzare le correzioni per il peso dell'atleta; l'importante è ricordarsi che se

nel grafico-H leggiamo un valore di 70newton un atleta che pesa 60Kg in realtà sta applicando una forza inferiore.

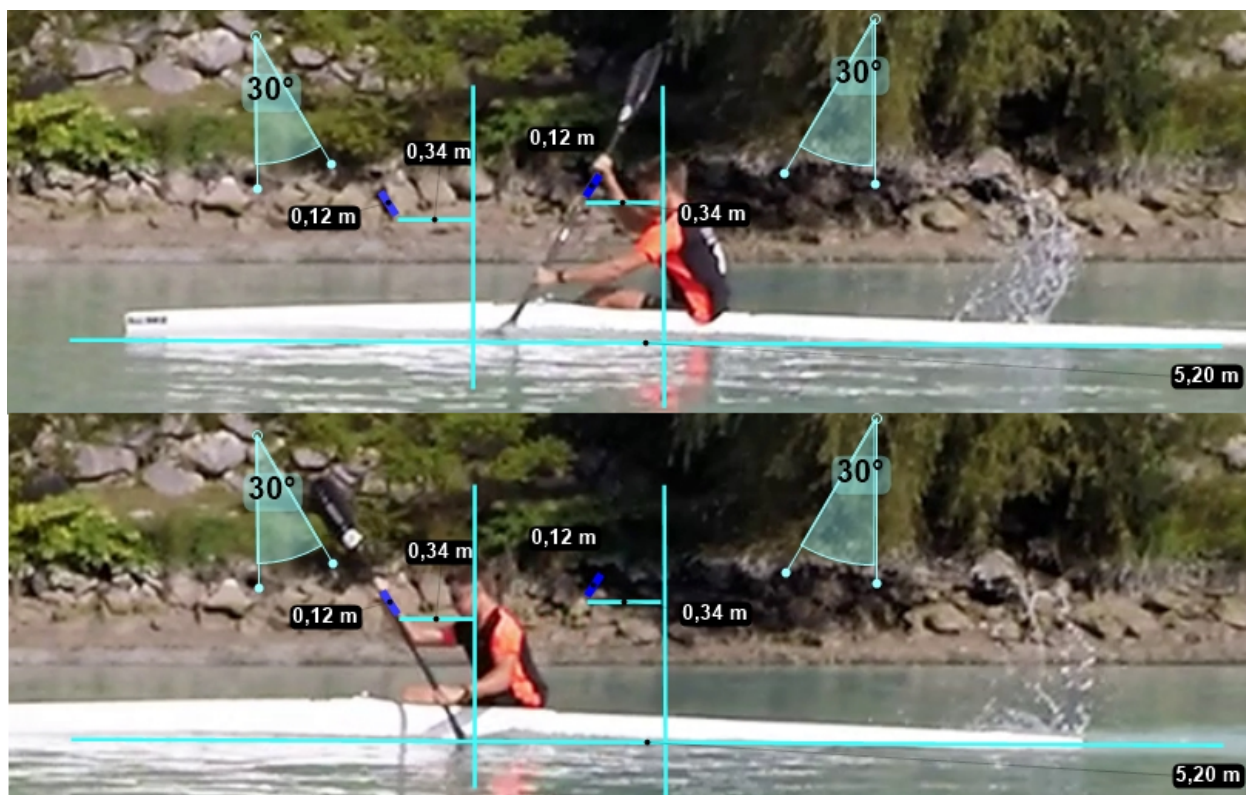


Fig 5.1b/c

In **Fig 5.1b/c** si mostra un modo geometrico per ricavare informazioni sul **Raggio1**; si cerca per tentativi quale è il punto del manico che, nelle posizioni della pagaia a più e meno 30°, sia equidistante dal corpo. In questo caso il punto che è equidistante al corpo dell'atleta è a 0.12m dalla mano superiore ed è distante 0.34m dalla linea verticale passante per il centro dell'orecchio. In realtà la misura dei 0.12cm è una sottostima della misura reale poichè la pagaia è inclinata; comunque si nota facilmente che il punto di rotazione del manico è più vicino alla mano alta rispetto a quella bassa e quindi il Raggio è elevato rispetto ad una posizione neutra con l'origine del Raggio posta al centro della pagaia stessa.

Il calcolo del Raggio1 proviene dalla simulazione di una ruota che rotola sulla superficie dell'acqua con le seguenti caratteristiche: gira con la stessa velocità angolare della pagaia e percorre la stessa distanza percorsa dalla barca durante la fase attiva. Quindi, per verificare con i numeri, nel nostro caso abbiamo una velocità di $100/20.35 = 4.91\text{m/s}$; durante la trazione in acqua si ha lo spostamento $= 0.342 * 4.91 = 1.68\text{m}$; una ruota che percorra 1.68m ruotando di $A_{tot} = 109^\circ$ deve avere un **Raggio1** $= 1.68 * 180 / (109 * 3.14) = 0.88\text{m}$.

Se osserviamo il canoista lateralmente in un filmato, possiamo notare che la mano alta (quella che spinge) dopo l'entrata può avere il seguente comportamento:

- Resta alla stessa distanza dal corpo fino al termine del colpo (Raggio1 massimo)
- Il punto del manico della pagaia che resta alla stessa distanza dal corpo è vicino alla mano alta (Raggio1 elevato)
- Il punto del manico della pagaia che resta alla stessa distanza dal corpo è il centro del manico (Raggio1 piccolo)

Geometricamente si può ottenere un Raggio maggiore in molti modi ed occorre sceglierne uno corrispondente ad una precisa tecnica, altrimenti viene migliorato il valore del Raggio ma si peggiora tutto il resto.

Dal punto di vista fisico la variazione di Raggio1 è connessa alla **massa di acqua interessata con la quarta potenza del Raggio1** stesso; in pratica un incremento del Raggio1 del 10% che equivale a passare da 1m ad 1.1m provoca un incremento della massa di acqua coinvolta pari a 1.1^4 cioè $1.1 \cdot 1.1 \cdot 1.1 \cdot 1.1 = 1.46$; il risultato è che per una variazione di Raggio1 pari al 10% la massa di acqua interessata viene incrementata del 46%; Una massa maggiore di acqua equivale ad un punto di appoggio più fisso ed è sempre vantaggioso dal punto di vista della efficacia; tuttavia per sfruttare la portanza idrodinamica occorre anche avere un grande settore angolare: dai 90 ai 110°; non a caso sono numeri vicini ai valori in uso per le barche di canottaggio; l'incremento del Raggio e del settore angolare portano entrambi ad un incremento dell'avanzamento per colpo e, di conseguenza una frequenza più bassa; questo spiega per quale motivo molti allenatori cerchino di incrementare l'avanzamento o l'energia per colpo prima delle altre cose. Tuttavia, come già visto nel primo capitolo, spesso vincono atleti con avanzamenti molto ridotti, il che indica che ci siano altri fenomeni fisici importanti a definire gli obiettivi della tecnica (appunto indicati con il termine di MetaTecnica).

Dal punto di vista dinamico, il Raggio1 ha un valore che può discostarsi da quello geometrico per diversi motivi; sostanzialmente l'azione della pagaia non è perfettamente circolare, e quindi l'effetto dinamico del Raggio varia per ogni traslazione associata alla rotazione stessa; la traslazione più importante è proprio quella che modifica la traiettoria della pagaia in corrispondenza della prima parte della pagaia, effettuata appunto per creare il miglior punto di appoggio per tutta la trazione.

Non è possibile cambiare a piacere i valori di Raggio e settore; i limiti sono definiti comunque dagli atleti che possiamo osservare nelle gare. Ovviamente ci dobbiamo attendere che un atleta che percorra i 1000m a 120c/m abbia il settore o il Raggio o entrambi inferiori ad un atleta che li percorre a 100c/m (alla stessa velocità); questo avviene perché di solito la %TAcqua è costante; se accettiamo una diminuzione della %TAcqua un atleta può aumentare l'avanzamento per colpo

e calare la frequenza a parità di velocità semplicemente aumentando il tempo della fase aerea; come conseguenza dovrà applicare in acqua una forza media maggiore, con tutte le implicazioni riportate nel Capitolo 8.2.

Si approfitta per definire le variazioni dei parametri in un caso reale: nella gara di Rodriguez descritta dal grafico-H di **Fig 4.1** l'atleta affronta i tratti ad avanzamento costante prima con $n_{100} = 38$ e poi con $n_{100} = 40$; nei due casi la misura del settore angolare è rispettivamente di 110° e 100° .

Quindi in una gara di 1000m l'atleta continua ad utilizzare la sua tecnica ed avere dei margini di adattamento rispetto ai parametri che riuscirà a modificare; il suo obiettivo in questi tratti è comunque quello di avere il massimo rendimento idrodinamico che le capacità tecniche e le energie disponibili gli consentono.

Nella stessa gara l'australiano Bain, negli ultimi 250m, aumenta frequenza e velocità riducendo il Raggiool; arriva secondo con una ottima esecuzione tattica di gara; non c'è quindi una regola precisa su come modificare i parametri della pagaiata durante la gara, l'atleta può ridurre solo i parametri che sono in leggero eccesso rispetto alle esigenze del rendimento idrodinamico.

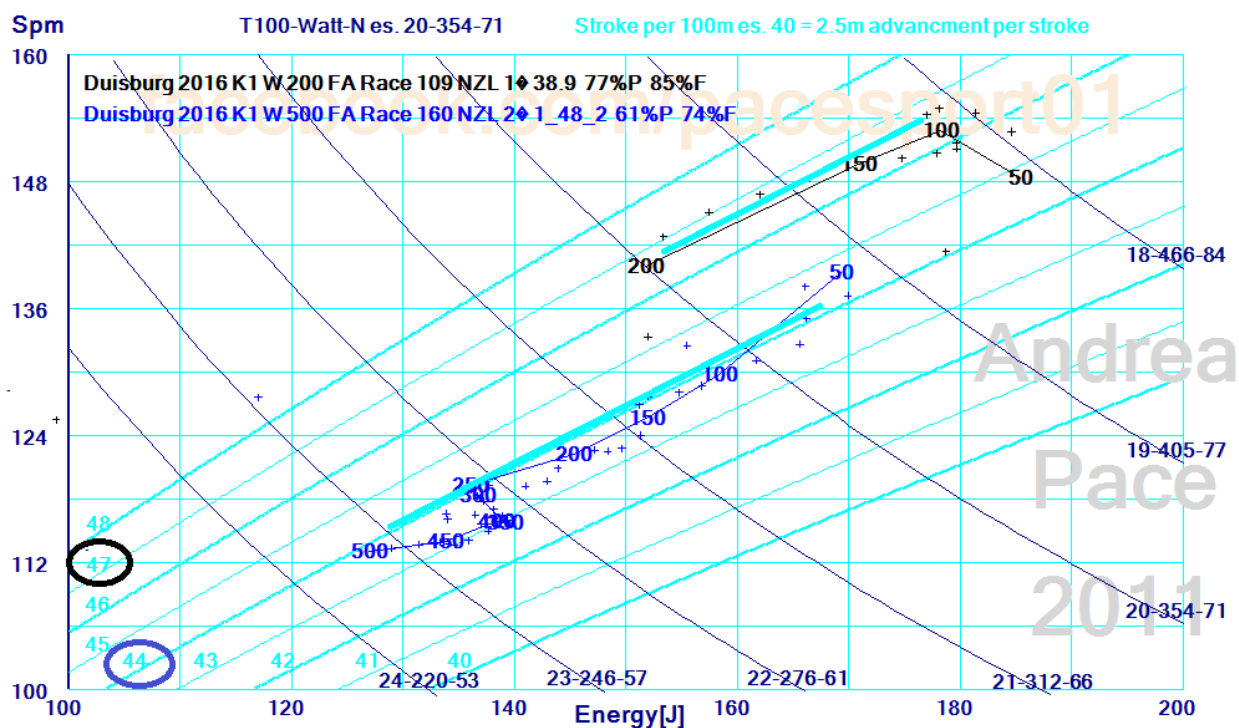


Fig 5.1d

In ogni gara di sport d'Acqua (nuoto, canottaggio, canoa), quando lo stesso equipaggio o atleta

effettua una gara corta lo fa con un avanzamento inferiore rispetto alla gara più lunga : si prenda ad esempio Lisa Carrington (NZL) in **Fig 5.1d**, si vede che nella gara dei 200m (colore nero) procede con $n_{100} = 47$ mentre nella gara dei 500m (colore blu) procede con $n_{100} = 44$; lo stesso fenomeno avviene all'interno di una gara di 1000m in cui Rodriguez (**Fig 4.1**) è passato da $n_{100} = 38$ a $n_{100} = 40$.

Come conferma del fenomeno appena visto si è verificato anche nel nuoto, con campioni come Cielo (50m e 100m SL) e Phelps (100m e 200m Farfalla) (*01). Ed anche nel nuoto avviene il fenomeno di riduzione dell'avanzamento nella fase finale delle gare: ad esempio un atleta che nei 50m ha un avanzamento per ciclo di 2.15m quando effettua i 100m ha il seguente comportamento: nei primi 50m l'avanzamento è di 2.40m e nei secondi 50m è di 2.15m, cioè uguale a quello utilizzato della gara dei 50m.

Quindi i casi in cui lo stesso atleta utilizza un avanzamento minore sono:

- In una gara più veloce dove la richiesta di forza è maggiore
- Nella stessa gara ed alla stessa velocità ma quando l'atleta ha minor forza da esprimere e può farlo solo utilizzando le leve in modo da alleggerire il carico su alcuni gruppi muscolari o sfruttare la maggiore forza disponibile dovuta ad una posizione angolare più efficace delle sue articolazioni.

Abbiamo accennato che una riduzione della %TAcqua provoca un aumento della forza media da applicare in acqua; questo è un grosso svantaggio in gara e raramente vediamo atleti con una %TAcqua < del 60%; tale riduzione è invece uno dei sistemi per allenare la forza; vedremo che questo sistema rientra nella categoria di metodi che vanno bene solo per i campioni quasi perfetti; anche nelle finali A di coppa del mondo si vedono equipaggi che sono lontani dalla perfezione richiesta per questo tipo di esercitazione; in sostanza si rischia di allenare e stabilizzare la capacità di commettere errori (Capitolo 8).

In sostanza, non importa se la barca beccheggia vistosamente (vedremo il caso della ungherese Kozak) :quello che importa è che i fenomeni idrodinamici realizzati siano quelli giusti (quindi armonia nel beccheggio ed assenza di turbolenza vicino alla pala e quindi scorrimento zero o negativo).

A proposito dell' incremento di forza in acqua prodotta dall'allungamento del tempo in aria; nei vari filmati disponibili su YouTube il M2x CRO esegue anche questo tipo di andatura. Andare veloci come il M2x CRO utilizzando la stessa frequenza non è sufficiente; e' una operazione indeterminata e si può fare in centinaia di modi di cui uno solo è quello giusto. Per evitare di fare centinaia di prove conviene controllare dai filmati le seguenti cose:

- la forza media applicata in acqua; per verificare che abbia lo stesso valore per tutte le

frequenze utilizzate;

- lo scorrimento in acqua deve essere nullo (o negativo) sia a 20colpi/min che a 45colpi/min, quindi le fasi di preparazione dell'entrata ed il finale non devono essere bruschi ed affrettati in nessun caso
- Il settore angolare deve essere lo stesso sia nella esercitazione di forza che nelle altre andature; come conseguenza il tempo in cui i remi sono in aria aumenta al calare della frequenza.
- Il Raggio1 nel canottaggio è quasi fisso (in modo approssimato è la leva esterna) ma nel kayak deve essere assolutamente considerato.

Se queste ipotesi sono realizzate, la forza media in acqua a 20spm ed a 45spm è identica: questo induce molti allenatori a sfruttare le basse frequenze per un allenamento di forza in acqua; perchè con una frequenza più bassa l'atleta non si stanca e l'allenamento di forza si può protrarre a lungo senza provocare un significativo debito di ossigeno. Vedremo nel capitolo 8 come questo sistema sia pericoloso proprio quando le condizioni riportate sopra non vengono rispettate e quindi conviene effettuare l'allenamento di forza in acqua mediante l'uso di freni idrodinamici opportunamente progettati (Paragrafo 8.2).

Nel caso del kayak è comunque bene comprendere un altro fenomeno: prendiamo nuovamente in esame l'equipaggio di K4 della Fig 3.2; ai 300m l'equipaggio ha un $T_{100} = 18''$, una frequenza di 120colpi/min, un $n_{100} = 36$ ed una energia per colpo = 235Joule. Un allenamento di forza in acqua che proponga la stessa velocità ad una frequenza di 100colpi/min può essere preso in considerazione ma, se il desiderio è quello di effettuare la gara con $n_{100}=33$ come il K4 BLR allora occorre scambiare la esercitazione di forza in acqua con una opportuna esercitazione tecnica.

Vengono ora fatti alcuni conti (ipotetici):

Supponiamo che durante la gara il valore di %TAcqua del K4 ITA sia 65%; a 120c/m la pala è in acqua per 0.325" ed in aria per 0.175"; alla stessa velocità a 100c/m la pala è in acqua per 0.325" poichè ipotizziamo che non venga cambiata la tecnica; dato che il tempo del colpo passa da 0.5" a 0.6", ne segue che il tempo in aria diventa 0.275" e il valore di %TAcqua diventa 54%. In questo caso la forza media durante la fase attiva che prima era di $84/0.65 = 129\text{Newton}$, diventa di $84/0.54 = 155\text{Newton}$.

Il motivo per cui si cerca di avere un valore di %TAcqua elevato è il fatto che l'elemento più limitante nella gara è proprio l'applicazione della forza; dover applicare $155-129=26\text{Newton}$ in

più per la parte di accelerazione (cioè la parte di forza che non è possibile trasferire subito alla imbarcazione poichè quest'ultima richiede 84Newton in modo continuo) è una cosa che può riuscire bene solo per una frazione di gara.

Quindi per portare eventualmente il K4 ITA allo stesso avanzamento del K4 BLR occorre semplicemente incrementare settore e Raggio (incrementando ovviamente il parametro che non sia già ai limiti oltre il quale peggiora il rendimento); per quanto visto, e cioè per il fatto che la forza applicata in più in acqua come conseguenza dell'aumento del tempo in aria, sia solo una forza di accelerazione (**Paragrafo 8.2**) che non può essere trasmessa alla imbarcazione (lo è in realtà solo in piccola parte), **la esercitazione di forza fatta con la riduzione di frequenza è errata** e deve essere opportunamente corretta con un freno idrodinamico che ripristini il giusto rapporto tra forza di traino e forza di accelerazione (come sarà calcolato al Paragrafo 8.2); altrimenti viene esercitata la forza con una tecnica inefficace (Raggio e settore inadeguati) e con un rapporto tra forza di accelerazione e forza di traino difficile da gestire per un atleta/equipaggio che ha già problemi a soddisfare altri fenomeni della MetaTecnica.

Per quanto visto nella gara di di Fig 4.1, l'atleta (Rodriguez) ha modificato il solo settore angolare portandolo dai precedenti 110° a 100° (questo è quello che si riesce a valutare da un filmato non molto adatto alle valutazioni tecniche). Per ogni atleta è opportuno studiare proprio le variazioni dei parametri dello step1 nelle diverse fasi della gara in cui, a parità di velocità, l'atleta utilizza avanzamenti per colpo diversi.

5.2 - Step2: secondo insieme di misure.

Mentre il primo set di misure è volto a valutare la tecnica per caratteristiche geometriche e di velocità, in questo caso si hanno informazioni relative al tempo ed al sincronismo.

Ricordiamo che i fenomeni fisici relativi alle forze e alle inerzie non sono direttamente misurabili tramite un filmato; ma in caso di errore, gli effetti sul movimento della barca, pagaia e remi risultano amplificati in proporzione al rapporto tra il peso dell'atleta rispetto a quello della imbarcazione. Anche il rumore prodotto dalla pagaia è importante: per questa valutazione è indispensabile osservare gli atleti senza motori accesi.

5.2.1 - Misura della variazione dell'angolo della pagaia dal punto di osservazione laterale

In **Fig 5.2.1** si mostra l'angolo formato dal manico della pagaia per ogni fotogramma (a 30 ftf/sec). I dati mostrano alcune irregolarità; un ingresso veloce (11°/0.033" e poi 10°/0.033"),

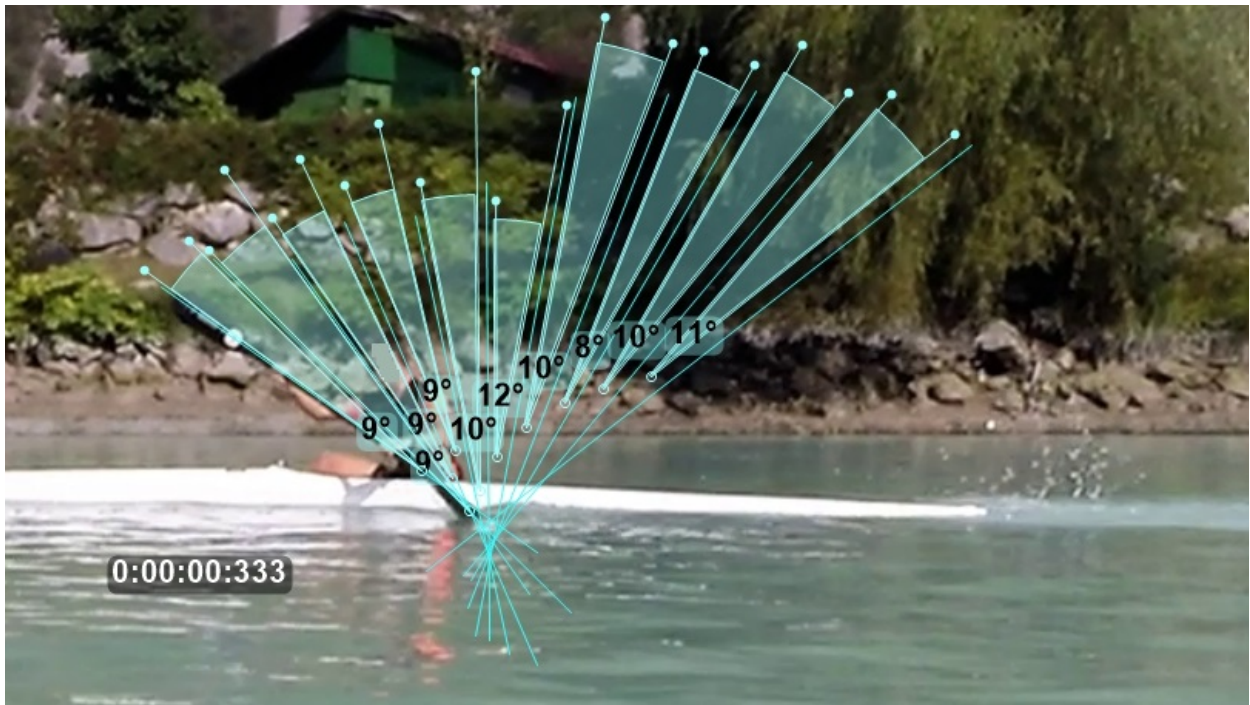


Fig 5.2.1

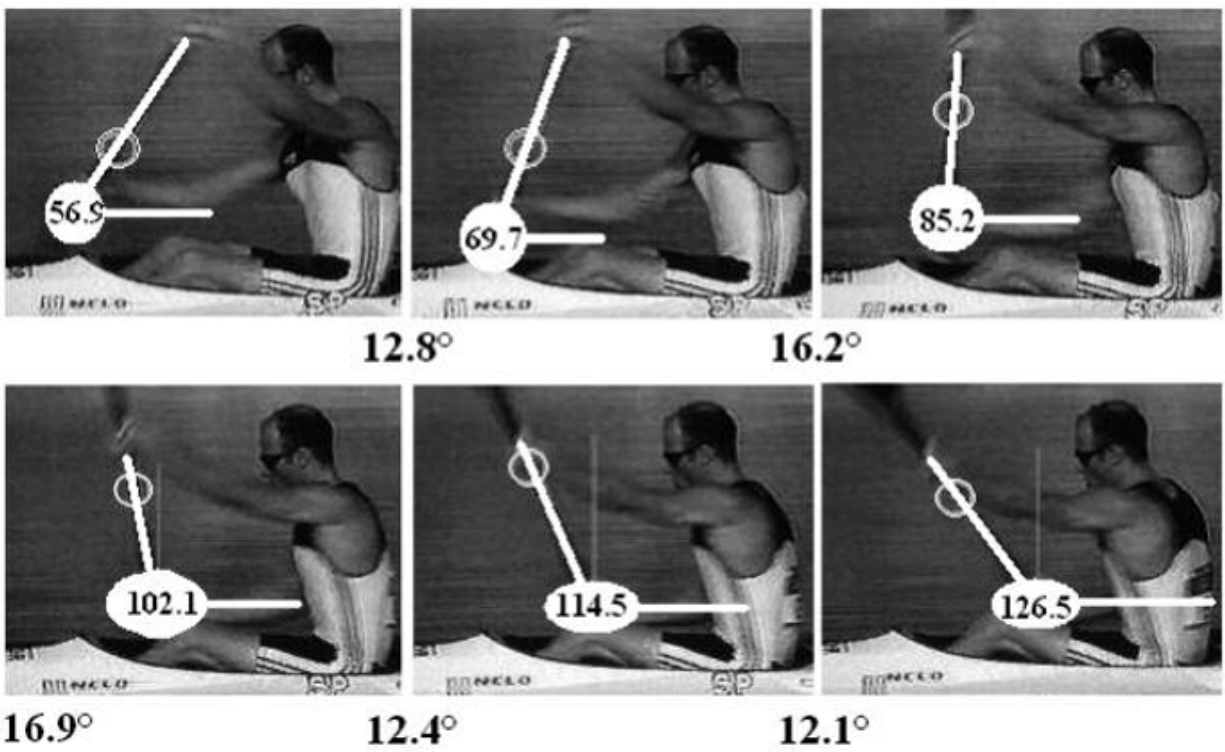


Fig 5.2.2

un rallentamento ($8^\circ/0.033''$), poi di nuovo più veloce ed un finale più lento; vedremo nei prossimi capitoli il comportamento di alcuni campioni.

Ogni variazione rapida della velocità angolare della pala è indice di grossi problemi in punti precisi della trazione, in questo caso a circa un quarto della trazione; tuttavia per individuare la causa dinamica corrispondente a questo comportamento angolare anomalo occorre andare a vedere cosa accada nelle fasi critiche con diverse angolazioni di osservazione come ad esempio nel paragrafo 5.3.

La ripresa può essere fatta anche con videocamera in movimento accanto al kayak purché ci si trovi perfettamente centrati (più lontani si è e meglio è, utilizzando uno zoom ottico).

In **Fig 5.2.2** viene mostrato Larsen durante la finale A del K1 1000m ai giochi Olimpici di Atene 2004 (*3); in questo caso i dati sono regolari ma mostrano un tratto più veloce al centro ($16.9^\circ / \text{ftg}$).

5.3 - Misura della variazione dell'angolo della pagaia nella vista posteriore.

Viene mostrata una ripresa non perfettamente posteriore, questo fatto fa variare i valori degli angoli misurati; l'importante è comunque che ogni analisi qualitativa sia utile per lo scopo prefissato; in questo caso serve a continuare il discorso iniziato al paragrafo 5.2.

Nella vista posteriore l'angolo della pagaia non dovrebbe variare (eccetto, eventualmente, i primi centesimi di secondo in entrata durante i quali la pala è immersa parzialmente); in **Fig 5.3** invece si nota una variazione proprio in corrispondenza della anomalia angolare vista nella Fig 5.2.1; il problema è che questa variazione angolare è molto in ritardo rispetto alla fase transitoria di ingresso, in questa fase dovrebbe agire solo il gruppo muscolare più forte e quindi le braccia dovrebbero solo trasmettere la forza e non modificare la traiettoria e modificare l'intero equilibrio inerziale.

La **Fig 5.3a** mostra l'azione dopo $0.042''$ dal primo contatto con l'acqua; la riga fucsia evidenzia la posizione della pagaia; la mano in trazione si allontana dalla barca meno di quanto si sposti la mano alta.

La **Fig 5.3b** mostra l'azione all'istante $0.100''$; la pagaia è indicata dalla linea in colore ciano; da questo momento in poi la inclinazione varia di poco.

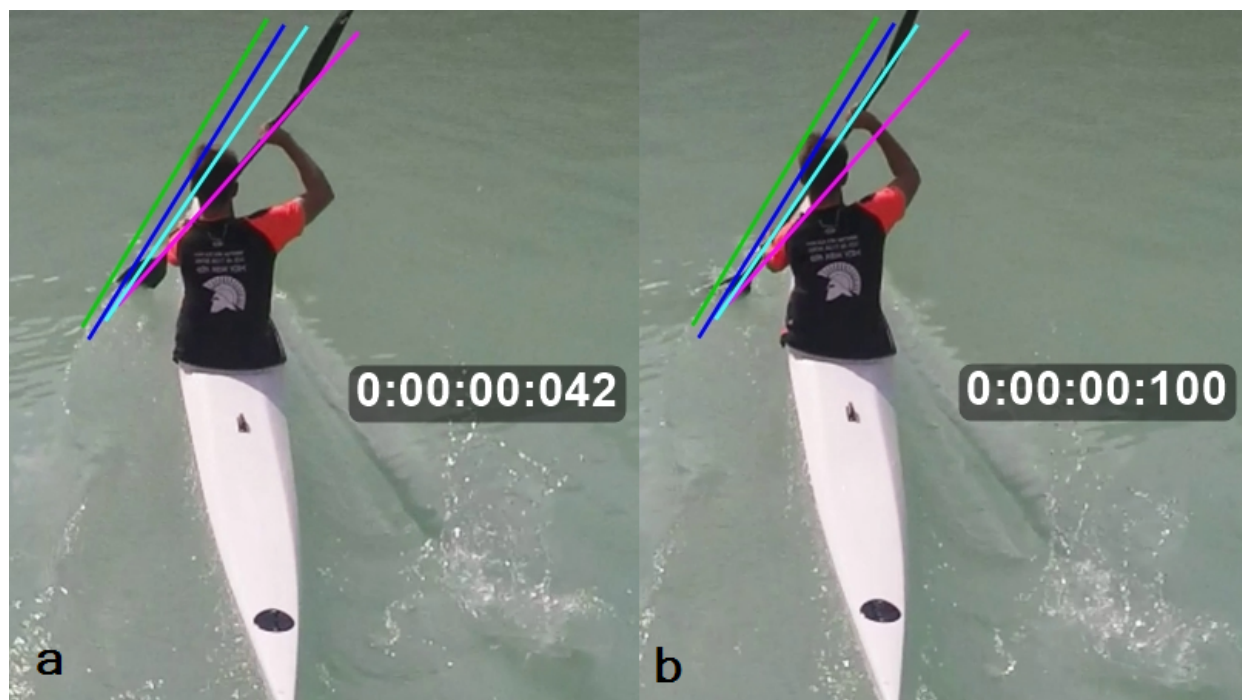


Fig 5.3

5.4 - Misure in fase di entrata; kayak e canottaggio; variazione dell'angolo di beccheggio.

L'entrata della pala in acqua è uno dei fenomeni più interessanti da osservare. Quello che l'atleta desidera, per il kayak, è di iniziare l'azione con le gambe per trasmettere nel modo più rapido possibile la forza agli arti superiori. Ci sono molti motivi legati alla fisica per cui questo non può avvenire.

Per quanto accennato al rendimento per le situazioni in cui ci sia un urto (e negli sport d'acqua c'è sempre un urto tra l'acqua e l'atleta-attrezzatura) le masse che interagiscono devono essere uguali. Durante la fase di immersione della pala (per pochi centesimi di secondo) la massa di acqua coinvolta è piccola e l'atleta deve applicare forza utilizzando una massa dello stesso ordine di grandezza; l'atleta deve usare le sole braccia-scapole proprio per iniziare il prima possibile a fare qualcosa in modo graduale oppure può accettare il brusco impatto che si vede in moltissimi casi negli atleti più rigidi.



Fig 5.4a

Nella **Fig 5.4a** le linee in colore ciano indicano la posizione del manico della pagaia e della gamba al momento in cui la pagaia tocca l'acqua; la linea blu indica la posizione del manico della pagaia 0.05" dopo. Come si può vedere, la pagaia è entrata in acqua, la propulsione è iniziata, la spinta sul puntapiedi è sicuramente attiva già prima dell'entrata in acqua (perchè nel kayak la forza frenante della imbarcazione può essere contrastata dalla gamba anche durante fase aerea), e il ginocchio destro non si è ancora abbassato (l'altro si è già mosso in verso opposto). Si tratta di Marko Tomicevic in K1 a Szeged 2011 (preso da un filmato slow-motion a 60 ftg/s su YouTube "slow 2 The Ultimate Canoe SloMo Paddling Video [Szeged 2011]").

Nella **Fig 5.4b** viene ripreso l'equipaggio dei Sinkovic Brothers dal filmato preso da youtube "Braća Sinković na Peruči i Rami 2015"; anche in questo caso è stata indicata la posizione del remo e delle gambe in colore ciano al momento del contatto della pala con l'acqua; dopo 0.08" il remo (colore blu) è immerso per metà della sua superficie e le gambe (colore blu) hanno ancora la stessa inclinazione che avevano all'inizio (ovviamente lo stesso accade per l'inclinazione della schiena, anche se non sono stati aggiunti segmenti colorati per evitare confusione nel grafico).



Fig 5.4b



La differenza rispetto al kayak è che in questa fase non viene applicata forza in acqua fino a che i remi non siano quasi totalmente immersi; in questo caso gli atleti sono disposti al contrario rispetto a quanto accade nel kayak; di conseguenza la forza frenante della barca nella fase aerea non è contrastata dalle piante dei piedi ma dalla parte superiore dei piedi. Una parte della forza frenante è anche contrastata dal carrello, poichè le guide hanno una leggera inclinazione in discesa verso la poppa della imbarcazione; tale inclinazione si somma alla inclinazione dell'imbarcazione; la fase di entrata è più facile se gli atleti colgono il giusto momento di inversione della spinta dei piedi dalla parte superiore a quella inferiore; in questo modo possono iniziare l'azione attiva senza far allontanare la barca dal corpo prima che i remi abbiano la "presa d'acqua" ottimale.

Quello che abbiamo visto nella Fig 5.4a è uno dei modi di effettuare l'entrata ed è un modo sicuramente molto efficiente dato che è stato ripreso da una gara di 1000m, cioè una gara sufficientemente lunga da far diventare l'efficienza il problema principale.

In **Fig 5.4c** vediamo l'atleta Marko Dragosavljevic (SRB) nella gara "2013 Montemor o Velho K1 200m Men European Canoe Sprint Championships".

Riassumiamo la fase di entrata della pala in acqua per il kayak. Abbiamo due fasi simultanee dalla mano di trazione e dalla gamba di trazione; per semplificare tralasciamo l'azione della mano relativa alla spinta; l'azione del braccio di spinta può essere considerata in seguito, ed è comunque ben visibile poichè in questa fase si muove più velocemente rispetto agli altri arti. Queste due azioni hanno due scopi diversi, l'azione a partire dalle mani e dalle spalle-scapole dura pochi centesimi di secondo e serve ad interagire con l'acqua fino al momento in cui la quantità di acqua interessata non possa sorreggere l'impatto con il resto del corpo; l'azione dal basso, anticipa sia la spinta della gamba opposta che il contatto con l'acqua in modo da precaricare e fissare i muscoli rotatori del tronco rispetto al bacino; prima dell'entrata, in genere non c'è alcun movimento di rotazione del tronco, quando questo movimento avviene l'atleta ne è penalizzato e non si piazza nelle prime posizioni.

Nel caso di Fig 5.4c c'è una ulteriore differenza rispetto alla Fig 5.4a: l'azione di precaricamento tra bacino e tronco è più consistente e coinvolge sia la gamba di trazione che quella di spinta già tre fotogrammi prima del contatto con l'acqua. Questo corrisponde ad una stiffness più bassa della trasmissione tra bacino e tronco; in effetti, l'atleta in Fig 5.4c ha proprio la caratteristica di essere poco rigido (questa volta inteso anche come poco contratto muscolarmente); questo però può essere proprio il motivo per cui l'atleta sia molto bravo per tutta la gara (di 200m) tranne che nella fase di partenza dove gli atleti molto rigidi e un sincronismo più semplice riescono a prevalere.

E' importante notare che in questo modo l'atleta ottiene una traiettoria diversa (più vicina alla imbarcazione) e che nella fase finale è supportato con continuità proprio dai muscoli precaricati elasticamente; non possiamo comunque valutare se sia il sistema più produttivo.

Questo atleta (nel 2013) si distingue dagli altri per un elevato Raggio1 e posizione del tronco neutra senza movimenti rispetto alla imbarcazione; inoltre l'azione elastica del corpo (muscoli del "core") ha valori iniziali di stiffness bassa che gli permettono di gestire senza urti nell'acqua la fase di entrata. Chi invece cerca di anticipare il movimento delle gambe o lo fa simultaneamente all'entrata, crea uno sbilanciamento tra la propria inerzia in confronto a quella trovata in acqua (appunto perchè occorre comunque attendere la "presa d'acqua" oltre al caricamento elastico dalla pagaia) e ulteriori fenomeni dispersivi vengono notati: questi sono un arretramento della trazione e turbolenza in acqua.

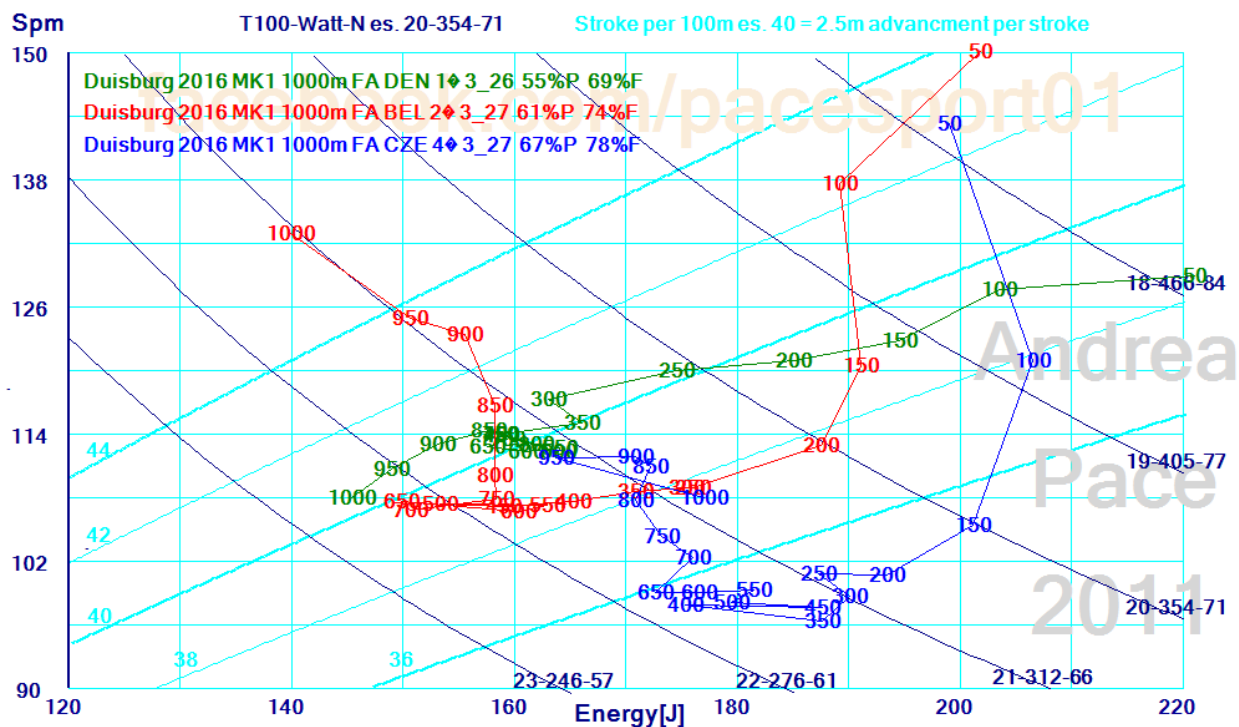


Fig 5.4d

La variazione dell'angolo di beccheggio è un fenomeno molto personalizzato; è fondamentale studiarlo caso per caso. Il comportamento atteso dal beccheggio è un andamento armonico in cui la velocità verticale della prua e della poppa della imbarcazione siano uguali e le fasi di spostamento verso l'alto e verso il basso abbiano la stessa durata; esattamente come se si trattasse di un delfino. Gli atleti che terminano il colpo arretrando con il corpo e tirando in su l'acqua producono un moto di beccheggio in cui la fase in cui la barca "sale" dura più a lungo

della fase in cui la barca "scende"; un movimento di sussulto verso il basso fa spesso affondare la poppa della imbarcazione con un ritardo aggiuntivo della azione dell'atleta che, alla successiva entrata in acqua non si trova in fase con l'oscillazione del corpo e della imbarcazione (appunto il momento giusto ricercato con cura nel canottaggio) e, si preparano le condizioni per peggiorare ulteriormente la situazione.

Quello che è stato appena detto sembra vicino al caso di Dostal (CZE); questo atleta, proprio per attendere il momento in cui può eseguire l'entrata in acqua successiva ha una $\%T_{Acqua} = 60\%$ invece di quella più produttiva e pari al 65% ; inoltre, quando aumenta la velocità, arretra ancora di più ed è costretto addirittura a ridurre la frequenza di pagaiata. In Fig 5.4d viene mostrato il grafico-H relativo alla gara di Coppa del Mondo disputata a Duisburg nel 2016; Dostal è l'atleta rappresentato con il colore blu (CZE); è chiaramente visibile il fatto che nel tratto tra i 950m ed i 1000m l'atleta incrementi la velocità in corrispondenza di un calo di frequenza di pagaiata; Dostal si piazza in quarta posizione. Sempre nella stessa figura l'atleta BEL (in colore rosso) riesce ad ottenere la seconda posizione utilizzando la modalità a velocità costante; dagli 850m fino ai 1000m mantiene una velocità corrispondente al $T_{100} = 21.0''$ incrementando la frequenza di pagaiata dai 116 ai 132 spm; quindi l'atleta BEL ha molte energie di riserva nel tratto finale di gara ma non riesce ad avvantaggiarsene. Nella stessa gara l'atleta DEN (Poulsen) vince con una gara uniforme eseguita con la modalità più efficiente; Poulsen procede per tutta la gara con un avanzamento per colpo costante e corrispondente ad un $n_{100} = 40$.

5.5 - Misura dell'avanzamento del corpo durante la fase finale della pagaiata. Modulazione del Raggio2; estro-traino.

Il Raggio1 è un elemento fondamentale per definire l'avanzamento per colpo e la massa di acqua con cui interagisce la pala; quindi il Raggio1 ha una importanza geometrica e dinamica.

Il **Raggio2** è approssimativamente la distanza che la pala in acqua ha rispetto all'asse centrale longitudinale della canoa; il Raggio2 è un elemento che cresce uniformemente dal momento dell'ingresso della pala in acqua a quello relativo alla sua uscita; questo avviene quando la inclinazione del manico della pagaia nella vista frontale (o posteriore) non cambia durante la fase attiva; vediamo il Raggio2 in Fig 5.6 e Fig 0.7 rappresentato dalle righe orizzontali rosse.

Come per il Raggio1, anche il Raggio2 ha una importanza geometrica e dinamica:

1. Ha una importanza geometrica perchè all'aumentare del Raggio2 aumenta l'avanzamento per colpo; e
2. Ha una importanza dinamica perchè è la leva con cui si bilanciano tutte le inerzie del corpo e la barca rispetto alla inerzia dell'acqua; per essere più specifici, aumentando il

Raggio2 la massa equivalente del corpo rispetto al "centro" della pala immersa diminuisce in modo quadratico; significa che un incremento del Raggio2 del 100% provoca una riduzione della massa equivalente del corpo del 400%.

Per ogni esercitazione tecnica presentata nel testo si fa uso del termine "**modulazione**"; si intende la variazione di un "parametro" per ottimizzare il fenomeno indicato dall'allenatore. Nell'esempio che segue il parametro è il Raggio2, lo scopo (cioè il fenomeno della MetaTecnica da ottimizzare) è l'equilibrio delle inerzie, l'effetto visibile è nella variazione della velocità di rotazione, lo eventuale scorrimento (slittamento) della pala in acqua, e nell'interruzione della azione dopo l'uscita (arretramento).

Se si fanno esercitazioni in K1 per imparare a "modulare" il Raggio2 accadono le seguenti cose:

1. Se dopo la metà della trazione si interrompe l'azione di allontanamento della pala dalla imbarcazione, si nota un alleggerimento eccessivo della pressione sulla pala; questo è tanto più sentito quanto maggiore è la velocità angolare del corpo
2. Se invece la velocità angolare del corpo è bassa, allora una scelta di Raggio2 elevata, insieme ad un suo incremento, provoca una ulteriore riduzione della velocità di rotazione e si rischia di non riuscire a terminare il settore angolare della pagaia e del corpo.

Per quanto detto, l'equilibrio delle inerzie e delle forze durante la fase attiva è molto complessa. Valutare i due raggi, sapere che sono collegati alle due inerzie da mantenere in equilibrio, sapere che basta un solo centimetro per cambiare molto è già un grosso passo avanti.

Dal momento che la massa equivalente del corpo dipende molto dal peso e dalla forma dell'atleta, ogni atleta dovrà scegliere la combinazione di Raggio1 e Raggio2 in modo personalizzato; questo per un equipaggio è un grosso problema. In questo caso si deve quindi ottenere il giusto bilanciamento dei due raggi variando sia le **dimensioni della pagaia, che l'impugnatura e soprattutto diventa determinante la stiffness della pagaia stessa**. Per non allungare troppo il testo non si forniscono le indicazioni di come avvenga il bilanciamento dei raggi mediante la variazione delle tre impostazioni esposte prima; il metodo migliore è quello di variare un elemento per volta; ad esempio si può modulare il Raggio2 tenendo fisso il Raggio1: supponiamo che un atleta, per ottimizzare gli elementi della MetaTecnica, sia costretto ad aumentare il Raggio2; possiamo ripetere l'operazione per ogni elemento di un equipaggio uno per volta; l'equalizzazione dei settori angolari utilizzati deve essere fatta dopo, ripartendo da un valore diverso del Raggio1. Anche l'altezza del sedile incrementa il Raggio1 ed è un altro degli elementi utilizzabili in equipaggio per evitare che gli atleti utilizzino settori angolari diversi.

Consideriamo gli atleti delle finali A dei 1000 e 500m; gli atleti che gareggiano con una

frequenza elevata rispetto agli avversari utilizzano un Raggio1 più piccolo; gli stessi atleti in genere non hanno una pagaia molto verticale, e quindi il loro Raggio2 è elevato. Per essere più chiari, gli atleti con queste caratteristiche sono la Osipenko nel K1 W 500m e 200m e Poulsen nel K1 M 1000m. Per quanto detto rispetto al bilanciamento delle inerzie la combinazione appena descritta è una combinazione giusta, perchè il Raggio1 piccolo riduce la inerzia dell'acqua mentre il Raggio2 grande riduce la massa equivalente del corpo; quindi l'equilibrio è ottenuto in modo corretto; il fatto che poi sia la soluzione migliore dal punto di vista del rendimento è da escludere.

Ridurre il Raggio1 equivale ad interagire con una inerzia in acqua inferiore; di conseguenza l'atleta deve utilizzare movimenti portanti con la pagaia in modo tale da evitare lo scorrimento in acqua. I movimenti portanti vengono fatti facendo scorrere l'acqua sulle facce della pala con un angolo più vicino alla tangente geometrica alle facce della pala (Par. 0.5) (*06); in questo modo ci si allontana dal massimo rendimento perchè si ha un eccesso di attrito dell'acqua sulla pala.

Quando l'atleta è in difficoltà può alleggerire la palata riducendo l'angolo formato dal braccio di trazione ed il tronco (in Fig 5.6 al centro tale angolo ha il valore di 116°); questo può essere un errore, in questo caso vediamo cosa accade nel seguito: Il Raggio2 è sostanzialmente la leva con la quale l'inerzia (soprattutto l'effetto volano del corpo) dell'atleta e della barca si bilanciano con l'inerzia dell'acqua intorno alla pala; questo avviene tramite la pagaia; riducendo la leva resistente (il Raggio2) anche di poco è come se l'inerzia dell'atleta aumentasse e quindi nel contrasto con l'acqua si crea uno scorrimento (slittamento). Di conseguenza la rotazione non rallenta o prende velocità ma solo sul lato di trazione e quindi si ha un effettivo arretramento del corpo; questo è un effetto complicato da descrivere quanto facile da osservare anche su atleti di medio livello ed è uno dei modi per **disperdere l'energia in attriti interni (intro-spinta)**. Quindi, se ci si esercita in questo senso, si può "modulare" il Raggio2 in modo da raggiungere la giusta velocità di rotazione.

Nel caso **ideale** si utilizza bene sia il Raggio2 che il Raggio1 e si finisce il colpo in una situazione quasi **neutra** con una accelerazione minima in avanti del corpo rispetto alla barca. Simultaneamente, la barca non deve avere nessuna accelerazione negativa se non quella dovuta alla resistenza idrodinamica offerta dall'acqua. Nel K1 ci sono in effetti pochi esempi di tale perfezione; per chi fosse interessato conviene osservare Van Koverden nella finale dei Campionati del Mondo del 2011 in K1 1000m; ad un livello inferiore lo stesso Bain (Australia) fa qualcosa di simile, lo vediamo in acqua 8 nella Fig 6.1c durante la finale A del Campionato del Mondo U23 2015 K1 1000m. Non viene menzionato Poulsen poichè pur avendo una azione centrata ed armonica ha un Raggio1 tra i più bassi e non può essere un elemento di riferimento

da copiare; Walz, è sicuramente un altro atleta con doti da imitare e con ottimo comportamento riguardo la armonicità e l'acquaticità ma mostra comunque un Raggio1 non molto elevato e due tecniche piuttosto diverse per la prima e seconda parte di gara; questo indica che può fare di meglio.

Dalla raccolta di immagini presentate in seguito si vede che gli atleti che vincono utilizzano l'energia della rotazione del corpo nella parte della azione relativa alla uscita dall'acqua, allo scopo di portarsi in avanti rispetto alla imbarcazione senza affatto frenare quest'ultima. Questo fenomeno viene chiamato **estro-traino** proprio perchè, al contrario della intro-spinta, viene recuperata una parte di energia non più utilizzabile e sfruttata nella giusta direzione ed in avanti, appunto in senso estroverso. Se il movimento è perfetto, nonostante sia associato ad una riduzione del Raggio1 nella parte finale del colpo, il rendimento sarà molto elevato.

Questo fenomeno nel kayak è favorito dal fatto che il Raggio2 è sempre crescente, e che in questo modo faciliti lo scambio di impulso di rotazione tra il corpo e l'acqua.

Nel canottaggio, lo stesso fenomeno fisico serve per ottimizzare la fase di uscita; senza entrare nei dettagli possiamo comunque notare che l'azione è favorita da due elementi molto simili al Raggio2 ed alla gestione della inerzia di rotazione del corpo; entrambi in aumento:

1. il fatto che il movimento dello scialmo porti il rapporto tra le leve in modo tale da favorire la leva interna rispetto a quella esterna in modo progressivo; e
2. il fatto che l'estensione del tronco aumenti di molto l'inerzia di rotazione del corpo (ingegneristicamente parlando si tratta del momento di inerzia);
3. questi fenomeni fisici permettono di effettuare il movimento desiderato con la massima efficienza; **il fatto di avere più o meno forza e presa d'acqua sul finale della trazione è una conseguenza di come si stia ottimizzando l'energia piuttosto che una azione che possiamo chiedere arbitrariamente all'atleta; altrimenti l'atleta, la cui azione è già troppo veloce a causa di un scorretta presa d'acqua dei remi, cercherà di applicare più forza peggiorando la situazione.**

Questa specie di "rimbalzo" in avanti è un fenomeno che più degli altri necessita di sensibilità ed è sostanzialmente il punto di partenza di tutto il ciclo di pagaiata; proprio questo permette di rispettare l'armonia con l'imbarcazione senza eccessive dispersioni di energia (viste invece nel Par 0.3 e 7.1).

Tale fenomeno fisico è complesso da descrivere senza fare uso dei modelli matematici equivalenti come: momento di inerzia, conservazione del momento angolare, eccentricità della rotazione, massa equivalente ecc...; vengono quindi proposti i fenomeni fisici simili senza l'utilizzo del formalismo matematico.

Il fatto stesso di incrementare accelerare una parte del corpo gestendo lo spostamento del centro di rotazione è un fenomeno ricorrente in tutti gli sport:

1. nella schiacciata (smash) effettuata nel Tennis o nel Badminton si può osservare che il movimento effettuato dall'arto libero precarica e successivamente velocizza l'arto che impugna la racchetta;
2. nel getto del peso e del disco avviene qualcosa di simile a quanto fatto per il tennis;
3. nella gare veloci della atletica leggera il movimento delle braccia bilancia inerzialmente tutte le fasi del movimento delle gambe, compreso il corpo che non si sposta in altezza neanche di un centimetro;
4. durante una trottola nel pattinaggio artistico l'allargamento delle braccia provoca una riduzione della velocità angolare fino al 10% del valore massimo; e
5. in qualunque movimento circolare, lo spostamento del centro di rotazione provoca una accelerazione lineare; questo è visibile nei motori vibranti ma è anche il principio che permette di effettuare il salto in alto con la tecnica di Fosbury.

Il Raggio² serve comunque per risolvere un altro problema più importante: l'azzeramento delle velocità di imbardata. Nel canottaggio il problema della rotazione del corpo influisce sul beccheggio della imbarcazione; il problema è facilmente osservabile dall'allenatore ed è uno dei fenomeni più curati tramite l'uso della Tecnica Base, anche se raramente si ottiene con la sola tecnica il risultato sperato. Nel kayak il fenomeno della imbardata non è sufficientemente curato; l'allenatore si dispone raramente dietro l'imbarcazione; l'atleta può controllare solo la prua della imbarcazione e la gestione di tale fenomeno è lasciato alla sensibilità dell'atleta stesso.

Prima della fine della trazione gli impulsi angolari di rotazione del corpo e della barca si trovano in opposizione e possono "urtarsi"; il risultato può produrre una dispersione di energia e risultati casuali rispetto alla velocità di imbardata; quest'ultima durante la fase aerea frena la barca più di ogni altro fenomeno dispersivo. Spesso questo fenomeno è associato ad un arretramento del corpo che crea una ulteriore dispersione di energia all'interno del sistema atleta-imbarcazione, per questo motivo chiamiamo anche questo con il termine di **intro-spinta**. Quindi anche nel kayak, oltre che nel canottaggio, deve essere attuata una sequenza tecnica che permette di evitare questo tipo di urto.

Quando un pattinatore o un ballerino vuole interrompere l'azione di rotazione veloce effettuata durante una trottola, allarga le braccia; per lo stesso motivo un tuffatore si estende prima dell'entrata in acqua. Nel canottaggio l'allungamento del corpo stesso fornisce la variazione inerziale tale che l'atleta abbia un peso inferiore sulla barca; in pratica è come se non riuscisse a scendere come accade ad una trottola; questo fenomeno permette all'atleta di ritardare "l'atterraggio" sulla imbarcazione di qualche centesimo di secondo: giusto il tempo di terminare la trazione e far uscire il remo dall'acqua.

Nel kayak la variazione inerziale deve essere pensata allo stesso modo del canottaggio (anche se il piano di rotazione è orizzontale piuttosto che laterale); quindi la pressione del

piede di spinta fino alla fine della trazione insieme alla continua crescita del Raggio2 permettono alla inerzia equivalente del corpo tra i piedi e le mani di avere un valore così elevato da ridurre la velocità di rotazione con perdite minime di energia; la rotazione che poi viene del tutto annullata in pochi centesimi di secondo dalla azione finale del braccio di trazione; questo è possibile poichè il Raggio2 in quella fase è quasi il doppio di quello iniziale e ai fini del contrasto con la pala la massa equivalente del corpo risulta un quarto. Tutto ciò, nei termini della similitudine fisica, è quello che accade anche nel canottaggio; in questo caso però è tutto più facile da vedere poichè il fenomeno ha una durata maggiore e si può osservare lateralmente rispetto all'atleta.

Riepilogando per il kayak: il piccolo movimento di avanzamento del tronco durante la fase aerea è già preparato (accelerato) durante la fase finale del colpo precedente sfruttando un piccolo spostamento laterale del centro di rotazione; questo è un fenomeno associato più ad una buona efficacia piuttosto che al massimo rendimento, in quanto viene fatto recuperando solo in parte l'energia di rotazione del colpo precedente; la soluzione teoricamente migliore sfrutta meglio l'energia elastica del corpo e della pagaia; in entrambi i casi, vedremo dalle analisi che, gli atleti che vincono in k1 hanno in comune proprio un piccolo avanzamento del tronco provocato nella fase finale della trazione in acqua.

Per la gestione della imbardata, la traiettoria diagonale della pagaia con incremento graduale del Raggio2, in combinazione con la tenuta sul piede di spinta fino alla fine della trazione per aumentare l'inerzia del corpo, è l'unica soluzione accettabile ed ogni soluzione diversa non porta a buoni risultati.

In **Fig 5.5a** vediamo la finale del K1 M 200m di Rio 2016; i segmenti verticali di colore ciano mostrano la posizione delle spalle quando gli atleti sono a metà della trazione; nella **Fig 5.5b** vediamo sia Heath che Beaumont in posizione di entrata in acqua sul lato sinistro; entrambi hanno portato in avanti la spalla sinistra (segmenti in magenta) di una distanza maggiore rispetto all'arretramento della spalla destra (segmenti in rosso); **Heath, nonostante la marcata inclinazione in avanti riesce a mantenere molto alta la spinta e ad avere un Raggio1 maggiore dell'avversario; il Raggio1 è l'unica differenza tra i due atleti poichè procedono per metà gara con la stessa frequenza e %TAcqua e ATot (settore), come se si trattassi di un K2; Heath vince proprio perchè ha un avanzamento per colpo maggiore di 0.02m (circa $n100=42.0$ contro $n100=42.4$)**

Fig 5.5a

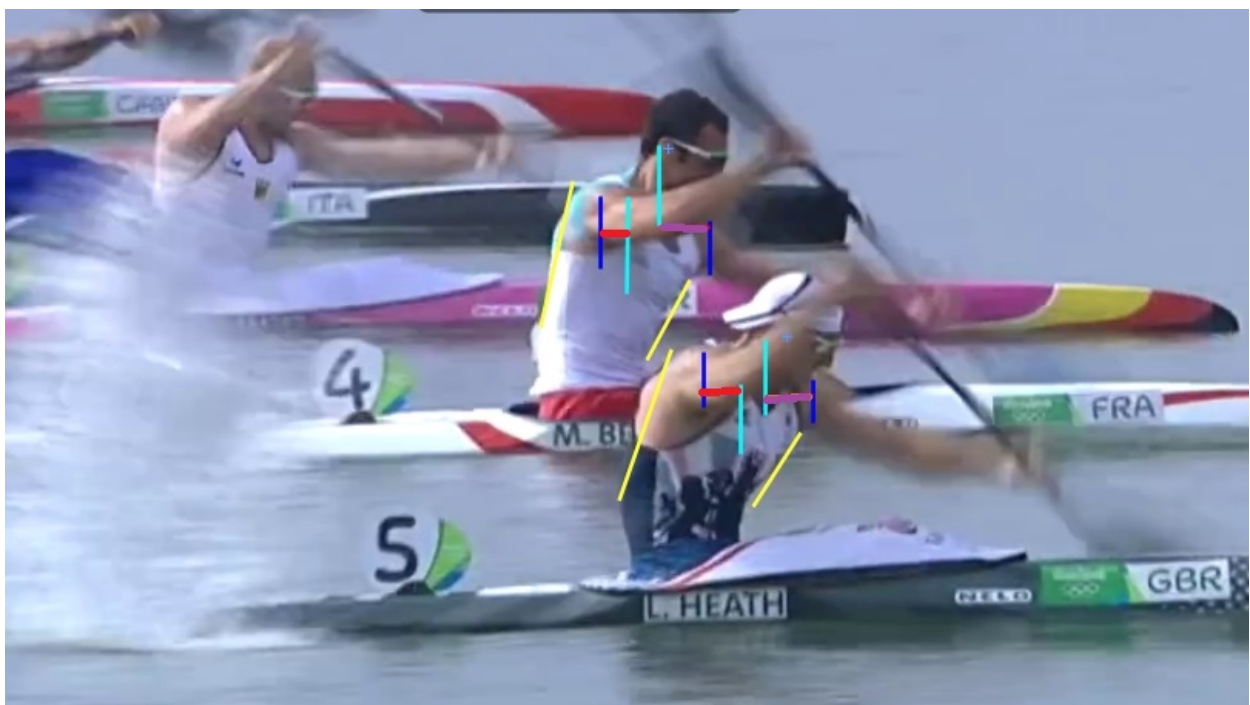


Fig 5.5b

Questa gara fa riflettere; poichè riconduce a **metodi molto vecchi**. Fa pensare ad uno di quegli

allenatori che incitano gli atleti a guadagnare un centimetro per ogni colpo effettuato; ma è appunto questo il problema, il metodo vecchio vale solo in casi particolari; in questa gara, grazie alla bravura degli atleti, tutti gli altri elementi restano invariati. Le combinazioni di parametri che definiscono un buon avanzamento ed un peggioramento complessivo sono infinite; **questo deve essere chiaro per ogni allenatore; "una taglia non va bene per tutti"; non si può proporre a tutti gli atleti un metodo che vale solo per i primi due arrivati della finale olimpica.**

La canoista Osipenko nonostante la tecnica poco verticale, riesce ad annullare il moto di imbardata della imbarcazione; questo è il vantaggio che ha utilizzando frequenze elevatissime ed un ottimo bilanciamento sul finale della trazione; ancora una volta occorre precisare che alcune caratteristiche di atleti molto forti sono in realtà un sistema di compensazioni di cui sappiamo poco e che sono adatte probabilmente solo ad un atleta; in questo caso si tratta di una riduzione del rendimento propulsivo bilanciato da un incremento del rendimento della imbarcazione.

Il compito di un allenatore o di un atleta è di copiare le sole cose buone e comprendere l'origine degli errori per curare quell'aspetto durante le esercitazioni tecniche. Solo durante le esercitazioni tecniche possiamo pretendere da un atleta di eliminare le compensazioni; questo perchè in quel modo la barca va decisamente più piano e non è un fatto psicologicamente facile da accettare in un normale allenamento, soprattutto se ci sono altri atleti accanto. Se invece invitiamo l'atleta a realizzare l'azione giusta, qualche parametro dello step1 può esserci utile come feedback: ad esempio possiamo contare lo n_{100} e comunicare all'atleta che è passato da $n_{100}=48$ ad $n_{100}=42$ (facendogli notare che è lo stesso avanzamento di Heath nella finale olimpica di Rio 2016 nel K1 200m); questo non solo è psicologicamente accettabile, ma è anche motivante.

5.6 - Cambio di rapporto di trasmissione; angolo tra le spalle ed il braccio di trazione.

Si torna al caso di Rodriguez (Fig 4.1); nel Capitolo 5.1 si è accennato a cosa abbiamo osservato nel cambio di avanzamento per colpo da $n_{100} = 38$ ad $n_{100} = 40$; è stato osservato una riduzione del settore angolare da 110° a 100° . Se si fosse trattato di una bicicletta avremmo parlato di cambio di rapporto di trasmissione; in questo caso la situazione è diversa ma ci sono molte analogie. La variazione di settore angolare non è una regola, ma è solo quello che è stato osservato; è stato associato a qualcosa di buono per il fatto che l'atleta ha vinto, perchè il grafico di gara è simile a quello di altre gare vincenti e perchè non sono state effettuate altre visibili variazioni tecniche.

In genere, riuscire a cambiare un parametro ottimizzando il fenomeno desiderato e

senza cambiare tutto il resto è l'obiettivo primario di ogni tecnico; ed è in verità il vero scopo di questo articolo: dare informazioni in modo che l'allenatore possa costruire la tecnica modificando un elemento per volta.

Vediamo ora come è possibile realizzare la variazione del settore angolare nel modo corretto: occorre notare che questo paragrafo è il contrario di una lezione di tecnica, in quanto si forniscono le informazioni parametriche di come si possa ottenere la variazione desiderata senza cambiare affatto la propria tecnica.

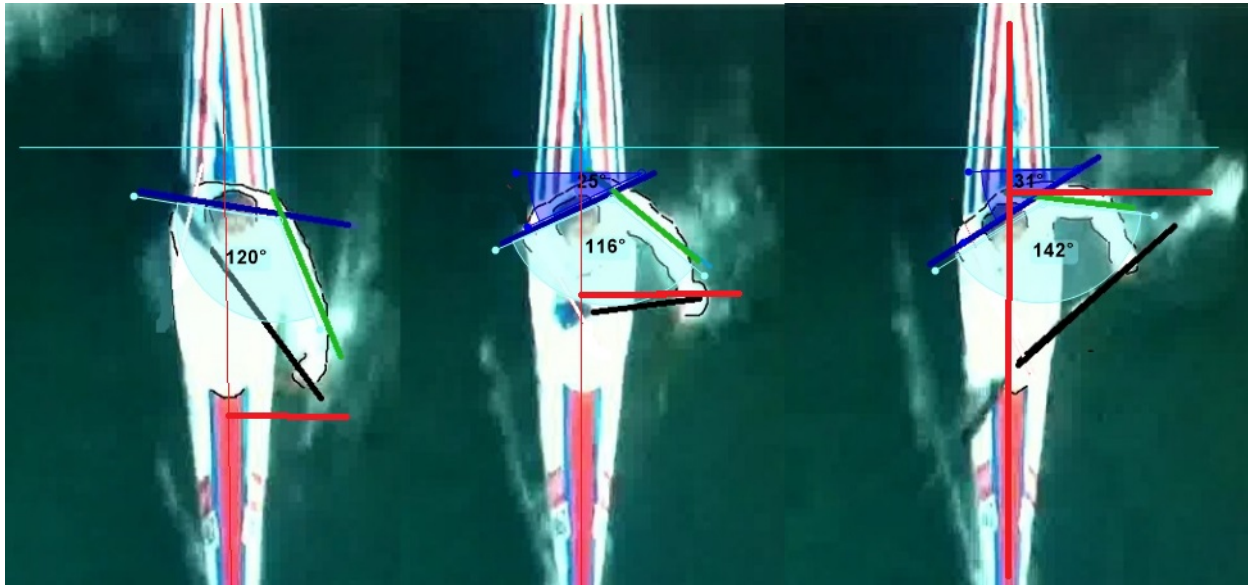


Fig 5.6

Osservando la Fig 5.6 vediamo Edward Mc Keever durante la finale A dei 200m alle Olimpiadi di Londra 2012 dove ha vinto. Le misure non sono molto precise e non possono essere ripetute perchè il filmato è più presente su YouTube. Comunque possiamo ugualmente avere un'idea del fenomeno che ci interessa: l'angolo formato dalla linea verde (braccio) e la linea blu (tronco) all'inizio passa da 120° a 116°; subito dopo passa a 116° e ci resta fino a che non cessa la rotazione del corpo e il movimento passa agli arti superiori. Questo angolo è connesso geometricamente con il Raggio2, che vediamo indicato dalle righe orizzontali rosse; l'angolo diventa quindi l'elemento più semplice con cui effettuare il cambio di avanzamento.

Se l'angolo durante la palata fosse ad esempio di 90° avremmo come risultato un settore angolare più basso ed una coppia torcente minore a parità di forza sulla pala. Quindi possiamo presumere che Rodriguez abbia semplicemente cambiato tale angolo riducendo

così anche il Raggio 2. Questa operazione è una delle tante con le quali si può alleggerire la pala, ma è l'unico modo per non ridurre anche la velocità di rotazione ed il Raggio1; ricordiamo che il Raggio1 è proporzionale alla inerzia dell'acqua sul quale la pala fissa il suo appoggio.

Come ultima informazione si può affermare che gli atleti che riducono il Raggio1, in alcuni casi solo per la fasi iniziale e finale della pagaiata, devono fare un lavoro aggiuntivo verticalmente per aumentare la portanza idrodinamica mediante la quale evitano lo scorrimento della pala in acqua. Come abbiamo visto in Fig 6.1b l'austriaco non esegue questa compensazione e, la distanza di 12 centimetri persa ad ogni colpo, lo fanno arrivare indietro di 5" rispetto al vincitore (Rodriguez).

Ci sono molti casi per cui è opportuno che gli atleti sappiano ottenere un buon rendimento con valori di avanzamento per colpo molto diversi. Ad esempio un atleta che in gara utilizza un $n_{100} = 40$, quando in allenamento procede con $n_{100} = 30$ corre il grosso rischio di peggiorare la tecnica ed avere poi difficoltà ad adeguarsi al valore di avanzamento inferiore. [Inserire e togliere un freno idrodinamico serve proprio per mantenere la stessa tecnica variando solo l'avanzamento per colpo.](#)

Ovviamente c'è ancora molto da comprendere su come sia possibile incrementare simultaneamente l'efficienza e l'efficacia; ogni sistema che porti a variare anche uno solo dei raggi (Raggio1 e Raggio2) non può essere considerato il sistema migliore, poichè nel canottaggio ci sono equipaggi che risolvono benissimo tutte le situazioni di variazione di avanzamento (soprattutto negli ultimi 500m), e nel canottaggio le impostazioni della barca rendono praticamente fissi entrambi i raggi.

Capitolo 6: I fenomeni dinamici.

6.1 - Approfondimento sui movimenti inerziali e conseguenze idrodinamiche. Utilizzo della realtà aumentata per verificare le ipotesi sul comportamento dinamico. Cenni di MicroTecnica.

Un esempio abbastanza convincente di come gli errori non compensati portino ad una grossa perdita di rendimento è dato proprio dall'atleta Kornfeind (AUT) nella gara già citata e discussa nel Capitolo 4 (Fig 4.1).

Vediamo nelle **Fig 6.1a/b** il passaggio ai 500m dell'atleta AUT in acqua 7. In quel momento la videocamera è fissa ed è possibile misurare lo scorrimento della pala in acqua; il valore di 0.12m indica una grossa dispersione di energia; **il valore atteso per lo scorrimento della pala in acqua è zero; tale valore viene sistematicamente misurato sulla maggioranza degli atleti partecipanti alle finali A di Coppa del Mondo.**

Non vengono effettuate tutte le altre misure; viene invece fatto notare che, l'effetto dello scorrimento porta l'atleta ad arretrare (intro-spinta) poichè dal lato di trazione l'acqua non fornisce l'appoggio necessario proprio sul tratto finale. Si approfitta di questo fenomeno per dare una informazione importante: la massa equivalente opposta dall'atleta alla pagaia rispetto all'acqua non è proporzionale al peso dell'atleta ma aumenta rapidamente con il peso e la "forma geometrica" dell'atleta (in termini ingegneristici è il momento di inerzia del corpo insieme a quello della imbarcazione).

Se un atleta è piuttosto grosso e con le spalle larghe, utilizzare una buona rotazione anche col bacino è una cosa desiderabile dal punto di vista tecnico ma se questa viene fatta in modo impulsivo e la trasmissione è troppo rigida si rischia di sbilanciare l'equilibrio tra le inerzie in gioco. Come è possibile notare anche dalle immagini delle figure precedenti, l'atleta Dostal preferisce una escursione delle gambe molto ridotta; probabilmente evita proprio questo fenomeno. Quindi, rispetto a Kornfeind, Dostal applica una tecnica che apparentemente risulta meno valida, per il fatto che le gambe si muovono poco; in pratica riesce ad evitare scorrimento ed imbardata. Ovviamente nel caso di Dostal abbiamo solo una compensazione di errori più redditizia; quindi, dal punto di vista dei risultati, è sempre meglio compensare con abilità gli errori piuttosto che applicare la tecnica in modo scolastico ed ignorare del tutto la MetaTecnica; togliere ogni azione di compenso agli errori è indispensabile nelle esercitazioni tecniche; in modo da poterli individuare e correggere.

Fig 6.1a

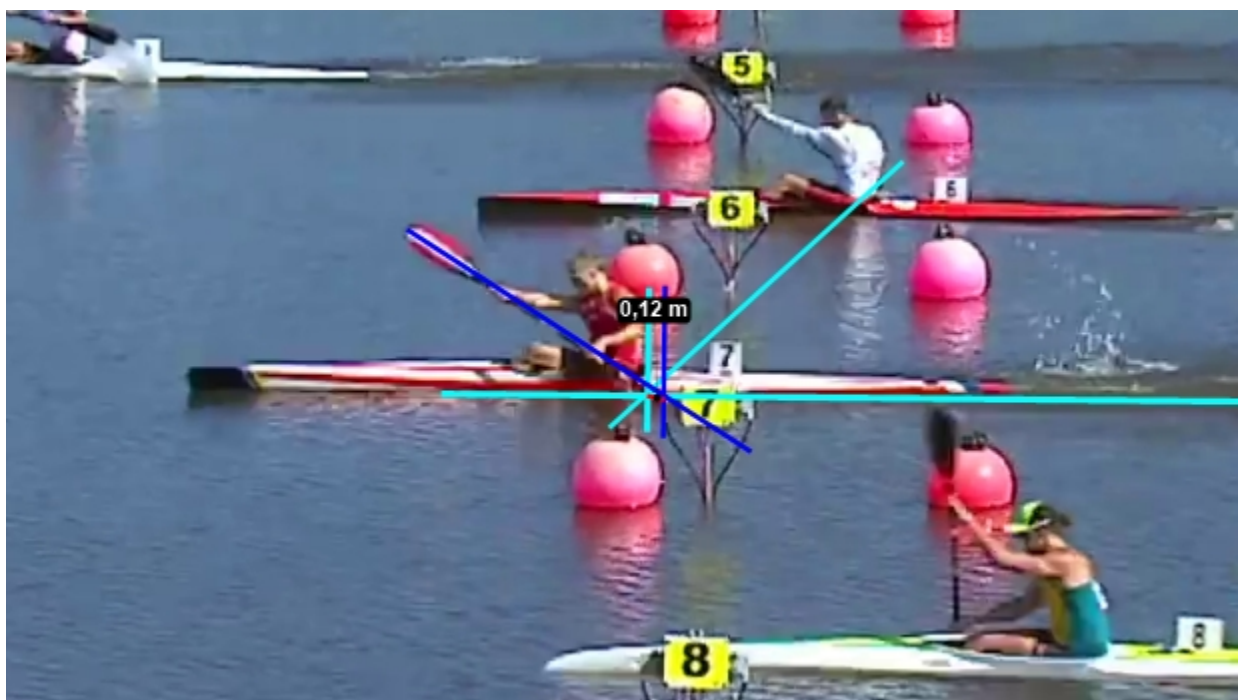
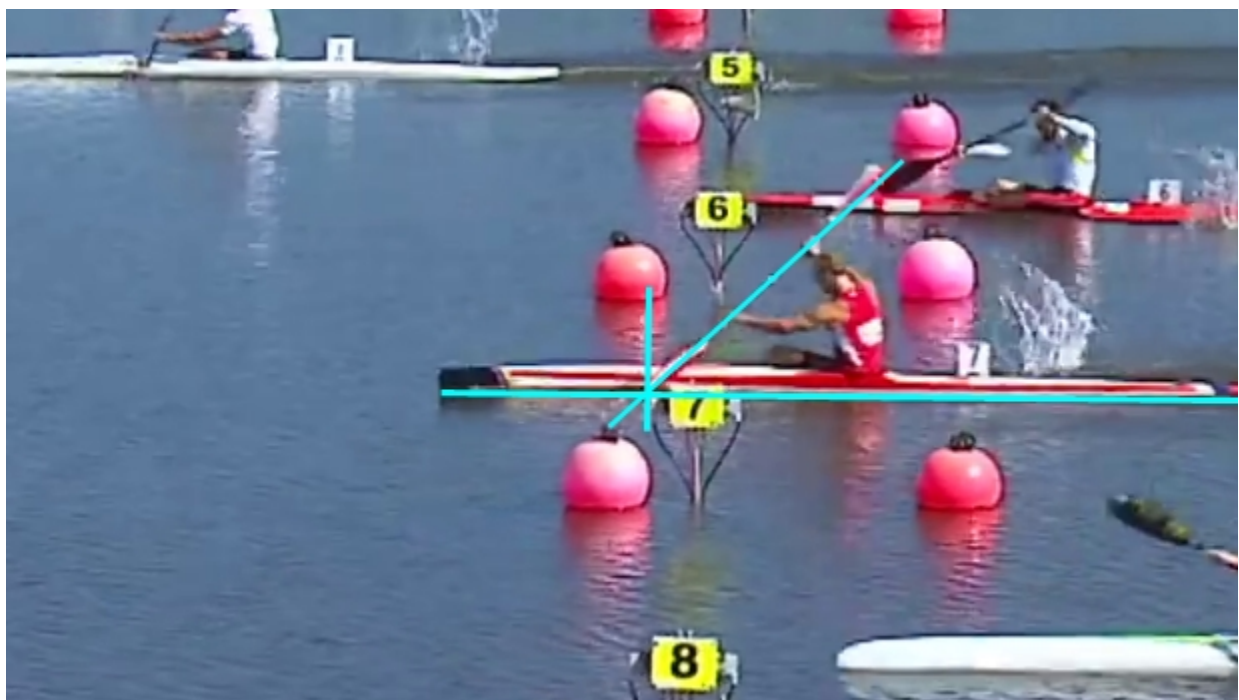


Fig 6.1b

Fig 6.1c

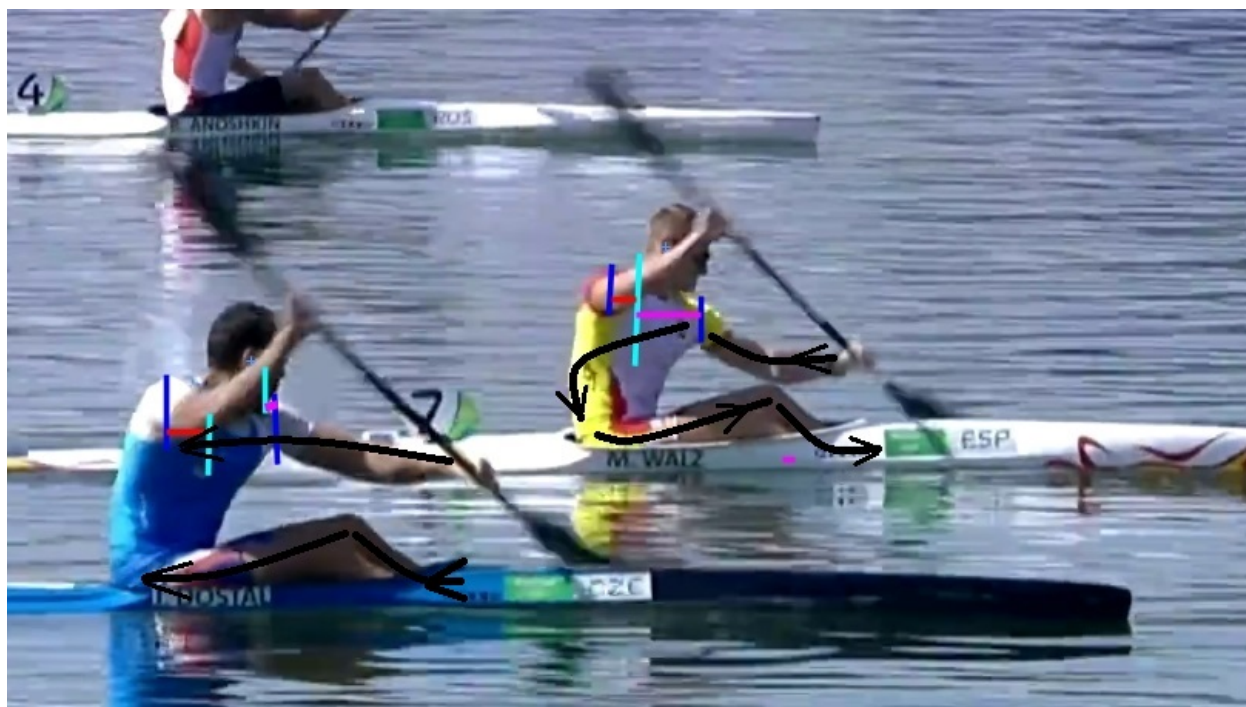
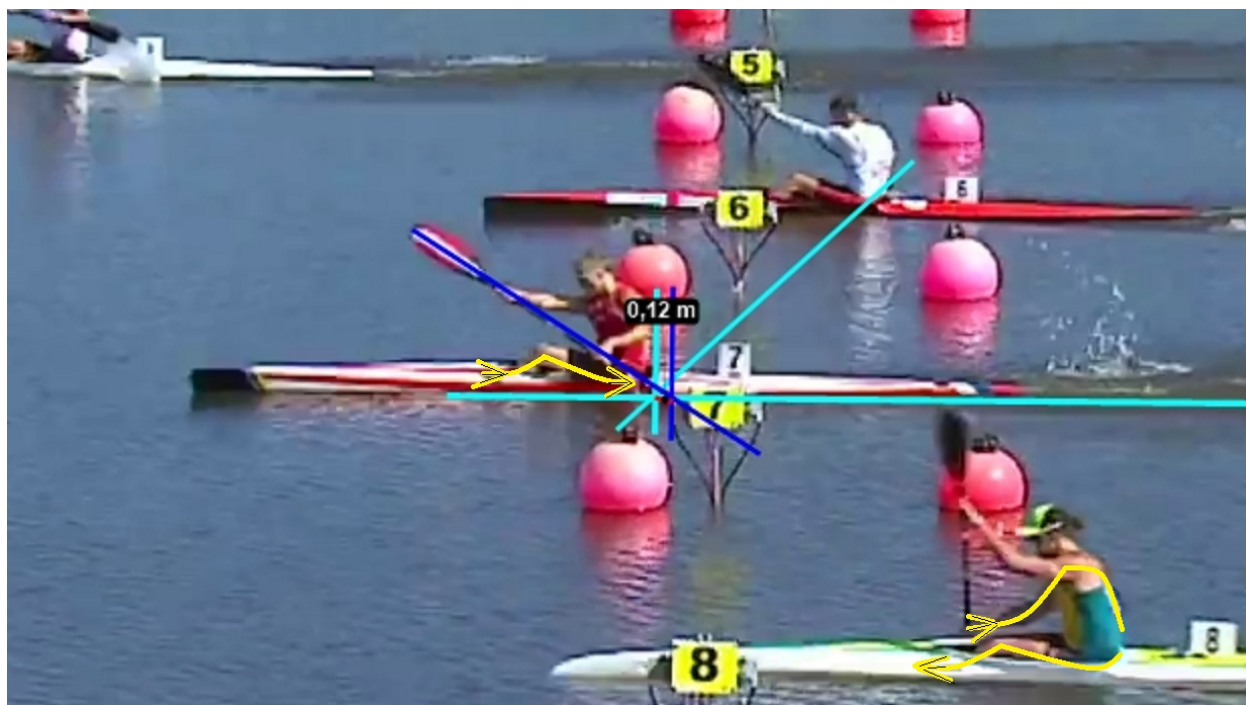


Fig 6.1d

Prima di procedere con l'analisi della **Fig 6.1c** si propone in **Fig 6.1d** un fotogramma preso dagli ultimi metri della finale A del K1 1000m di Rio 2016; in questa immagine c'è una duplice informazione:

- lo spostamento in avanti della spalla sinistra di Walz (segmento in magenta) che è maggiore dell'arretramento di quella destra (segmento in rosso); lo stesso fenomeno mostrato in Fig 5.5b (Heath); finalmente mostriamo il caso di chi invece arretra (Dostal); e
- si aggiungono indizi sull'elemento chiave sul quale si intende indagare: cioè quelle azioni dinamiche che nei filmati risultano invisibili; Si sono aggiunte quindi delle linee in nero per evidenziare in modo molto esagerato la ipotetica azione di spinta o contospinta che precede l'entrata; in seguito vedremo altri indizi che supportano questa ipotesi;

quindi è possibile ipotizzare che Walz prima dell'entrata sia già precaricato con la "giusta" (*) pressione sul puntapiedi e sia già lanciato in avanti per procedere ad una accelerazione di corpo e barca senza urti non necessari. (*) *L'atleta può contrastare sul puntapiedi la forza frenante della imbarcazione per preattivare la muscolatura delle gambe piuttosto che farlo mediante il sedile.*

Occorre ricordare che la parte di forza che accelera l'intera massa in avanti è sostanzialmente concentrata sul corpo dell'atleta poichè la barca pesa solo 12Kg. La parte di traino della forza applicata (cioè quella forza che se fosse applicata in modo continuo farebbe procedere la barca alla stessa velocità) sembra veramente andare dalla mano sinistra direttamente al puntapiedi sul piede sinistro; in questo caso la coppia di forze attuata anche con il piede destro bilancerebbe l'altra coppia di forza applicata anche con il braccio destro; e questa coppia di forze servirebbe a produrre la forza aggiuntiva che l'atleta deve fornire all'intera massa (e quindi in piccola parte alla imbarcazione stessa) per bilanciare il fatto che nella fase aerea non viene applicata forza in acqua. Verranno analizzati i calcoli dettagliatamente nel **Paragrafo 8.2.**

In **Fig 6.1d** Dostal ha una posizione arretrata rispetto alla posizione che ha a metà pagaiata; quindi il suo corpo si sposta in avanti durante la prima metà della trazione; questo fenomeno contrasta con la possibilità di avere il giusto precaricamento sui muscoli della gamba sinistra e inoltre, nella prima fase di entrata in acqua deve applicare una forza maggiore proprio per portare il corpo in avanti; *queste azioni, sommate al fatto che l'atleta non si trova in armonia con il movimento della imbarcazione (beccheggio ed abrivio) possono rendere più difficile l'interazione della pala con l'acqua (Par. 0.5). L'azione di presa d'acqua sembra essere compromessa; l'azione dell'atleta è rallentata proprio per la necessità di attendere il momento giusto per non essere in controfase rispetto ai moti della imbarcazione e dell'acqua intorno alla pala.* L'ipotesi è rafforzata da quello che si vede in **Fig 6.1e/f/g** (simile alla Fig 5.2); abbiamo la

Fig 6.1e



sequenza delle velocità angolari della pagaia rispettivamente per Walz e Dostal (Finale Olimpica a Rio 2016 in K1 M 1000m). Nella Fig 6.1e/g si nota che Dostal entra in acqua con una velocità angolare di $14^\circ/\text{fotogramma}$ che è superiore a quello che fa Walz ($12^\circ/\text{fotogramma}$); questa differenza è ancora più significativa poichè Walz ha una frequenza di pagaiata decisamente più elevata di Dostal. Nella Fig 6.1g si riprende Dostal nella stessa pagaiata effettuata nella Fig 6.1e ma nel momento a metà pagaiata; la sensazione che in effetti Dostal avanzi durante la prima metà della pagaiata è netta: questo rappresenta un altro modo di effettuare lo estro-traino; ricordiamo che è un fenomeno che non è possibile associare ad un ottimo rendimento ma è comunque il contrario esatto di un errore che invece determina la perdita simultanea di rendimento ed efficacia: la intro-spinta.

Riprendendo ora in esame la Fig 6.1c si approfitta della presenza dell'atleta Bain (AUS) in acqua 8 per riproporre il sistema di realtà aumentata; le frecce, in colore giallo, indicano le presunte forze applicate. Si è utilizzata la stessa immagine di Fig 6.1b in modo tale da poter apprezzare il fenomeno con e senza le frecce in colore giallo. Per quanto riguarda l'atleta in acqua 7 la freccia gialla che indica la azione di contropinta sul piede destro è giusta, poichè è appena uscito dall'acqua, per il resto sbaglia sicuramente qualcosa; l'atleta in acqua 8 invece, nonostante sia nella fase a metà pagaiata sembra veramente così rilassato da effettuare

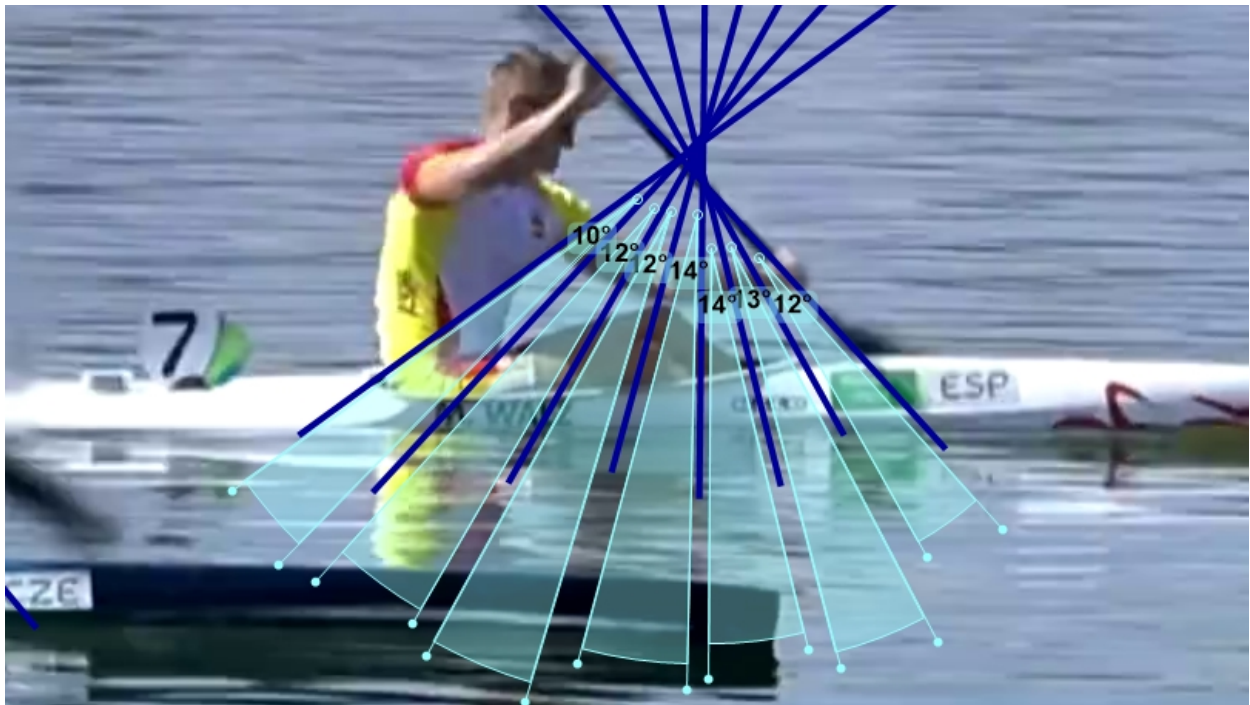


Fig 6.1f

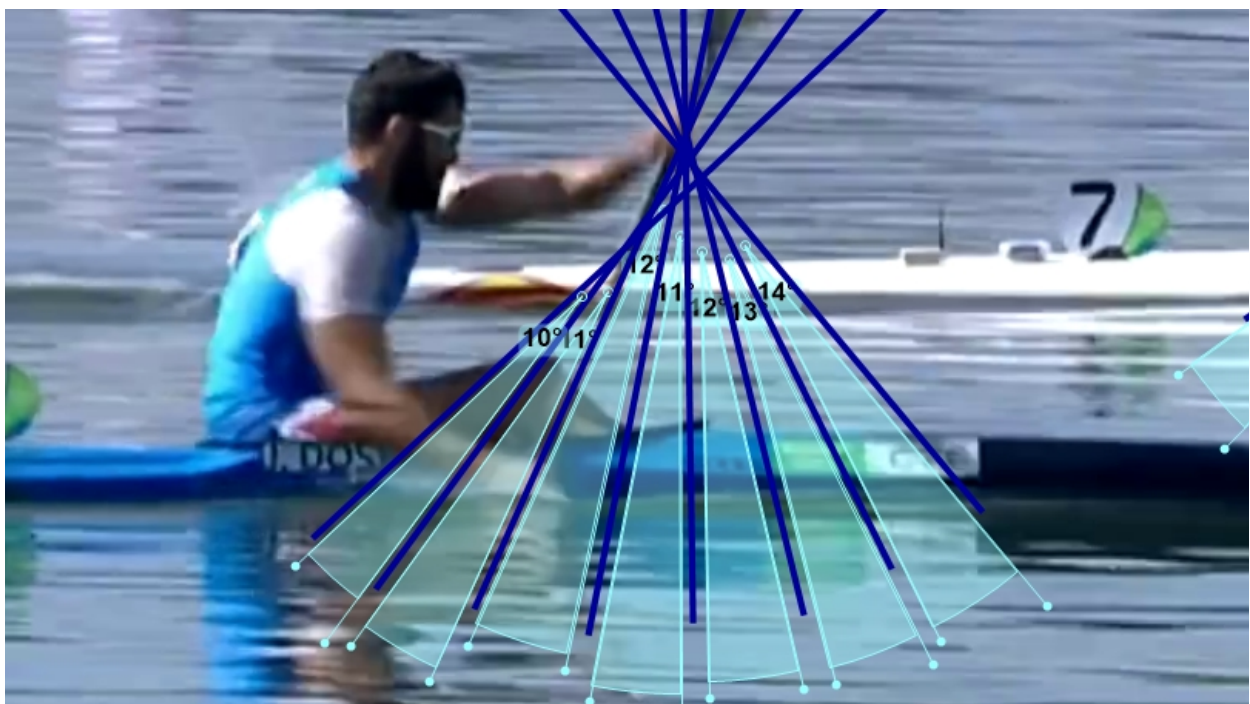


Fig 6.1g

unicamente il traino con la mano destra a bilanciare la forza che spinge la barca con la gamba destra, come se tutte le altre forze applicate fossero di minor rilievo.

Ovviamente anche l'atleta Australiano (secondo arrivato a 1.7" dal primo e 3.4" avanti all'Austriaco) deve mettere una forza aggiuntiva per bilanciare il fatto che nella fase aerea non può applicare forza, ma riesce a farlo in modo quasi impercettibile e sicuramente con il massimo della efficienza. Questo atleta non mostra nessun segno particolare, riesce ad essere tutt'uno con la barca senza effettuare movimenti non essenziali; si ricorda che, anche se vediamo i movimenti di estro-traino associata ad atleti che vincono, sono comunque movimenti che hanno una origine dispersiva e dovrebbero essere evitati. Il bilanciamento delle inerzie, indispensabile per ottimizzare la interazione tra atleta ed acqua viene fatto con un gioco di sensibilità ed elasticità.

L'elasticità ed i moti della imbarcazione e dello stesso atleta (beccheggio, abbrivio e sussulto) rappresentano la "banca di energia" (*) che l'atleta è costretto a gestire per evitare sprechi. (*) Il termine "banca di energia" rappresenta proprio quella energia che si trasforma in ogni fase della pagaia. Una sua stima molto approssimata in base alla velocità massima di rotazione è tra i 20 ed i 40 joule; anche se un atleta riuscisse a recuperare solamente 10Joule di questa energia destinata a disperdersi, avrebbe una potenza aggiuntiva di circa il 5% ed un guadagno di 4" sui 1000m. Lo stesso si potrebbe dire della sola energia elastica relativa alla flessione della pagaia; se la pagaia avesse un cedimento di 5 centimetri ad ogni colpo, essendo l'avanzamento nel singolo colpo molto vicino alla misura di un metro avremmo una percentuale di energia del 5% che deve essere recuperata prima che il colpo sia terminato: quindi abbiamo un altro 5% ed altri 4" sui 1000m. Ci sono molti altri fenomeni della MicroTecnica che portano a risultati energetici che dovrebbero far riflettere; è più saggio occuparsi di questi fenomeni piuttosto che perdere tempo alla ricerca di una nuova imbarcazione per guadagnare forse 0.1".

6.2 - Una analisi video sugli effetti dinamici nel canottaggio.

Lo adaptive rowing è l'elemento chiave per analizzare il comportamento delle barche in relazione al problema insito nella categoria analizzata; nel caso seguente l'atleta di categoria TA (Trunk & Arms) ha le gambe bloccate. Questa limitazione provoca già di per se delle variazioni notevoli per quanto riguarda la gestione della idrodinamica. Nella categoria TA, se l'atleta ha problemi legati alla trasmissione della forza con i muscoli del tronco, si hanno anche comportamenti simili alla categoria AS (Arms & Shoulders). Nella categoria AS vengono quasi sempre riscontrate le problematiche di una discontinuità nella fase attiva della remata. Vedremo che sono proprio le discontinuità a penalizzare l'intera catena di trasmissione della forza ed

impedire la ciclicità del movimento, intesa come continua ripartizione della energia cinetica ed elastica tra atleta ed imbarcazione.

Il vantaggio di questa analisi è lo spirito di tutto il testo

- Ad una prima analisi dal vivo o da un filmato, discriminiamo con difficoltà questo fenomeno;
- Successivamente utilizziamo i sistemi di valutazione sui campioni "quasi perfetti" perchè sappiamo già cosa misurare e come aiutarli nel miglioramento; e
- dopo aver effettuato molte analisi video, non abbiamo più bisogno del video poichè, ora, in quanto allenatori abbiamo abbastanza esperienza da individuare il fenomeno ad occhio;

Detto questo non bisogna illudersi di vedere tutto ad occhio, in caso di difficoltà è bene analizzare i filmati con tutti gli elementi dello step1 e dello step2 per verificare se il problema che ci interessa non sia in realtà tra quelli che non riusciamo a discriminare in modo utile.

In parole più semplici, nessun allenatore è perfetto. Un allenatore che non abbia un metodo per valutare e tracciare per iscritto le problematiche riscontrate, non potrà neanche rivolgersi ai colleghi per farsi aiutare. Questo accade proprio per la impossibilità di esprimere in parole un fenomeno invisibile.

Grazie ad alcune riprese video di un TAW1x (adaptive rowing: Trunk & Arms Women single scull) viene evidenziato in modo chiaro un errore in cui si conosce bene sia la causa che l'effetto.

La **Fig 6.2** è ripresa da un lavoro svolto precedentemente (*05).

In **Fig 6.2a** è rappresentato il secondo colpo di una partenza da fermi (atleta TAW1x) dopo 0.300" dal momento dell'entrata in acqua. Le righe colorate rappresentano la posizione della schiena e dei remi per ogni intervallo di 0.1". L'atleta è posizionata con schiena e remo sulle linee di colore ciano.

A partire dall'istante 0.1" vengono misurati la variazione angolare della schiena e la velocità della barca; come si vede i primi valori sono (nel rettangolo giallo) 10° e 1.3m/s. Il valore di 10° è in verità rappresentativo della velocità angolare, poichè è l'incremento in gradi ottenuto in un decimo di secondo, ed è pari a 100°/secondo.

Nel secondo intervallo di tempo (colore verde) già si vede la prima riduzione della velocità angolare della schiena, seguita da una riduzione maggiore (con un incremento di soli 3°, colore ciano). Nel riquadro "**b**" all'istante 0.600", i colore nero, le braccia hanno già sostituito il ruolo

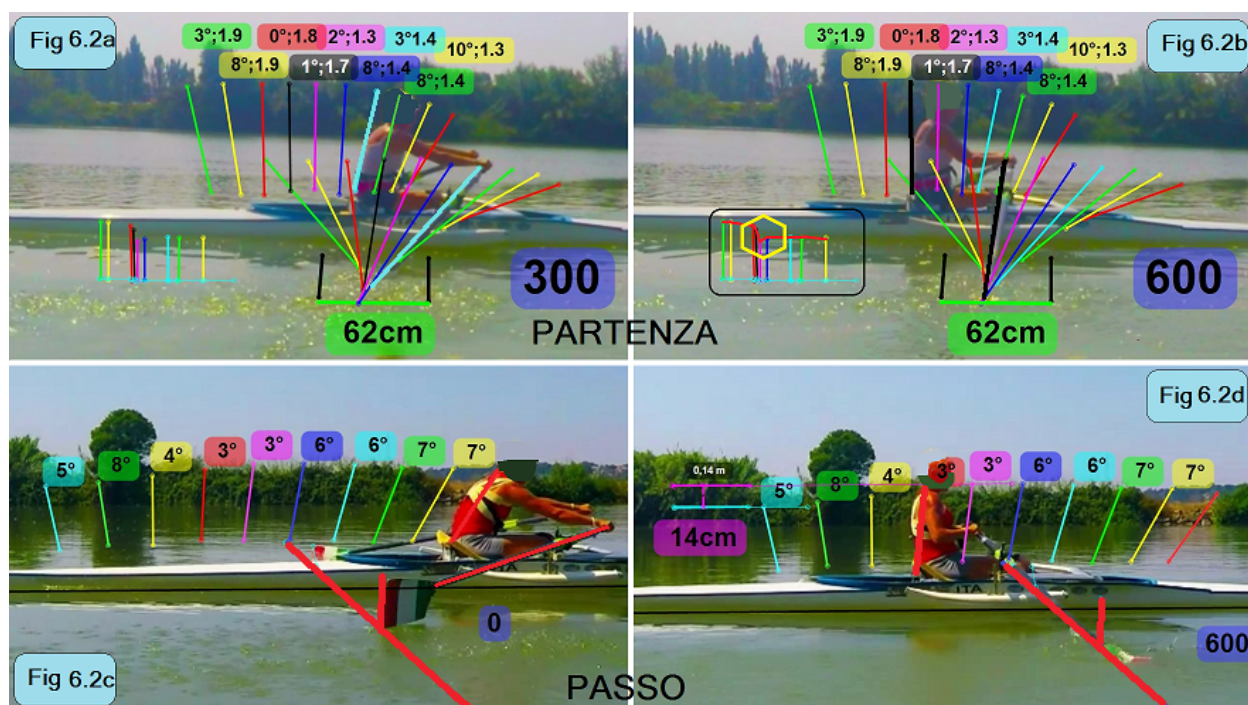


Fig 6.2

della schiena; la schiena si ferma e di conseguenza la barca acquista maggiore velocità (*dal punto di vista della fisica si tratta di un vero e proprio urto, cioè è come se l'atleta avesse urtato la schiena contro lo schienale tipico delle imbarcazioni AS, che in questo caso non c'è*).

Nel secondo intervallo di tempo (colore verde) già si vede la prima riduzione della velocità. Questo fenomeno è il vero disastro; per essere più chiari fino, alla linea blu (dopo 0.4") la barca ha percorso 0.55m mentre il corpo (si è utilizzato un punto di riferimento all'altezza del diaframma come probabile baricentro) ne ha percorsi 0.68m, quindi se la velocità della barca è di circa 1.4m/s quella del corpo è maggiore ed è pari circa a 1.7m/s. **Lo scopo della tecnica è proprio quello di portare la barca alla alla velocità del corpo e non il suo contrario.** Mentre si vede invece che al fotogramma successivo (colore fucsia e tempo 0.5") la velocità della imbarcazione è addirittura scesa ad 1.3m/s. Quindi, con la giusta tecnica e la giusta stiffness sulla schiena la velocità finale del primo colpo sarebbe più elevata di 0.4m/s.

Comunque, tutto questa successione di sollecitazioni ai remi, dalla parte dell'acqua e dello scalmo, portano ad una grande instabilità dell'acqua intorno alle pale dei remi provocando uno slittamento del remo notevole (pari a 0.62m).

Nella **Fig 6.2c** si ripete l'operazione precedente in una esercitazione a velocità costante. Per

0.4" va tutto bene (fino al colore blu), poi le braccia frenano l'azione della schiena (ma siamo ancora a metà colpo) e si prepara l'evento prevedibile: lo slittamento dei remi in acqua.

Si prende un momento di pausa dalla analisi della remata per evidenziare un fenomeno importante: In questa situazione la altezza delle mani rispetto al sedile della barca approssima bene il Raggio2 (par 5.5). Dal momento che il bilanciamento rispetto alle variazioni di velocità angolare del tronco dipende dal Raggio2 in modo quadratico, sarebbe sufficiente una regolazione della altezza dei remi di poco più bassa per alleggerire il carico sulla schiena ed evitare del tutto il problema. Ovviamente scappare dai problemi non è la soluzione migliore. L'atleta ha un enorme sbilanciamento muscolare e, per avere un futuro in questo sport, deve rinunciare ad un effimero miglioramento e cercare di utilizzare meglio la schiena nelle condizioni di impostazione ritenute ottimali dall'allenatore.

Nello sport del canottaggio quindi, l'atleta non può diminuire il raggio2 senza cambiare l'impostazione della imbarcazione - può semmai aumentarlo affondando di più i remi; quest'ultimo è un fenomeno interessante proprio perchè, pur essendo considerato un errore, è una caratteristica di **Drysdale**, campione olimpico a Rio2016. Quello che occorre sapere, prima di giudicare se un atleta stia sbagliando o meno è che l'aumento del Raggio2 fa diminuire l'inerzia equivalente dell'atleta sui remi; per un atleta molto pesante può essere l'unico modo per adeguarsi alla inerzia dell'acqua che nel momento centrale della remata potrebbe essere inferiore e provocare lo scorrimento (slittamento) dei remi.

Questo fenomeno dice molto di più della gestione di un singolo parametro: gli atleti leggeri devono utilizzare impostazioni molto diverse da quelli pesanti anche se hanno le stesse misure antropometriche. **Ricordiamo al lettore che è la MetaTecnica a comandare (in questo caso l'equilibrio delle inerzie) e non l'intuizione geometrica dell'allenatore.**

Nel kayak invece l'atleta può decidere di cambiare il Raggio2 tra un colpo e l'altro, e questo può essere un vantaggio a breve e medio termine ma anche un fattore limitante a lungo termine.

In **Fig 6.2d** si vede l'ultimo momento in cui c'è ancora propulsione (colore rosso), successivamente i remi perdono il contatto con l'acqua e la schiena dell'atleta riprende velocità creando seri problemi per la fase aerea ed il colpo successivo.

Il fatto che la schiena riprenda velocità (Fig 6.2d colore verde) è dovuto alla mancata "presa" dei remi in acqua ma anche dal fatto che l'atleta piega la sua schiena; in questo modo la stabilità rispetto alle rotazioni si riduce (come l'esempio della trottola già indicato come elemento di similitudine fisica). La tecnica prevede che ci sia il massimo di "stabilità" puntando i piedi (e,

quando se ne abbia la forza, gestendo la parziale sospensione sul sedile): **quindi la leva con cui il fenomeno avviene può essere pari a metà della altezza della schiena oppure l'intera altezza dell'atleta** (cioè fino alla punta dei piedi), il rendimento complessivo dipende moltissimo da questa semplice applicazione della tecnica.

Ora riprendiamo in esame il canoista di **Fig 5.2**; anche in quel caso c'è stata una variazione di velocità angolare della pagaia. Dopo aver visto cosa accade in un caso di errore estremo in cui la schiena si ferma e riparte (Fig 6.2) non possiamo ignorare una variazione da 10° a 8° in una parte quasi centrale della azione; il gruppo muscolare più sospetto è quello delle spalle; l'atleta ha l'abitudine di non fissare questi muscoli; a basse velocità non è un problema che disturbi molto il rendimento ma ad alta velocità diventa il limite principale da superare.

6.3- Una analisi dinamica effettuata con sensori inerziali nel canottaggio.

I dati numerici sono stati rilevati mediante alcuni sensori inerziali in una imbarcazione AS1xW (adaptive rowing) (*05).

In **Fig 6.3a** vengono mostrati i dati rilevati durante una partenza di cinque remate di un singolo AS (Arms & Shoulders);

- in colore rosso viene rappresentata la velocità;
- in colore blu la accelerazione longitudinale indicata in centesimi di G (dove $G = \text{accelerazione di gravità} = 9.81 \text{ m/s}^2$);
- in colore magenta la velocità angolare del remo; e
- in colore ciano l'angolo del remo (settore angolare).

In **Fig 6.3b** si ripropone lo stesso grafico per il quinto colpo effettuato.

I dati vengono mostrati come verifica di una misura diretta del fenomeno già osservato nel paragrafo 6.2; il fenomeno che qui non vediamo è rappresentato da una variazione di velocità del corpo rispetto alla imbarcazione; anche in questo caso avviene dopo la metà della remata ma per motivi diversi; l'effetto è lo stesso: la accelerazione della imbarcazione diventa negativa per circa un decimo di secondo quando mancano circa 30° al termine della remata (il settore totale è di circa 90°).

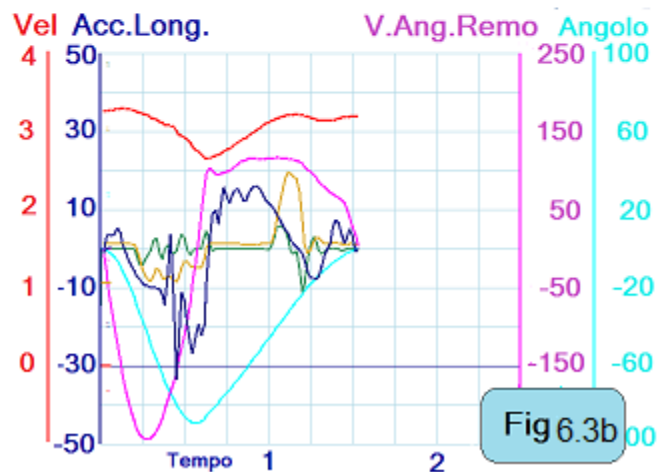
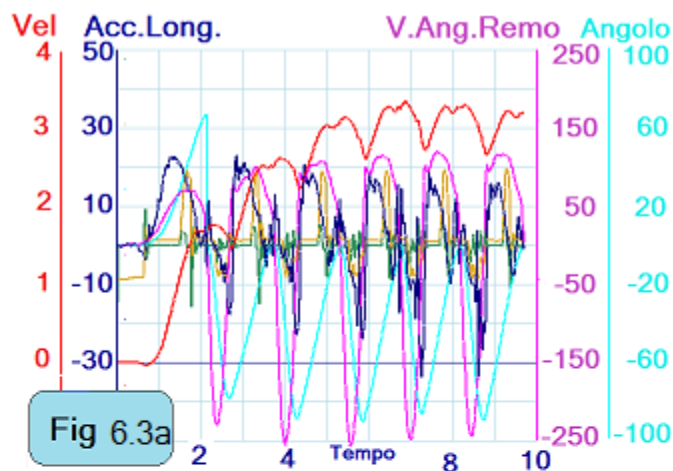


Fig 6.3

Ovviamente ricordiamo che la tecnica in questa particolare imbarcazione è diversa da quello che ci aspettiamo normalmente ma è comunque un caso molto simile al cedimento nella catena di trasmissione in un atleta normodotato. Quindi si ha un trasferimento di impulso (un vero e proprio urto) tra corpo ed imbarcazione e quindi abbiamo una dispersione di energia statisticamente predeterminata; inoltre, come ulteriore prova che i fenomeni relativi alla barca influiscono direttamente sulla propulsione (la pietra angolare; **par. 0.3**), la stabilità dei remi in acqua è compromessa; ogni accelerazione della barca si ripercuote sugli scalmi, ed ovviamente gli scalmi condizionano i remi in modo prioritario; in alcuni casi si ottiene uno scaricamento totale della energia elastica accumulata nei remi ed una fuoriuscita anticipata dei remi dall'acqua.

Capitolo 7 : Grafico-H e step2.

7.1 - K1 W 500m; Grafico-H.

In **Fig 7.1.1** viene mostrato il grafico-H relativo alla atleta ungherese Danuta Kozak in due gare in cui ha vinto (in colore blu e verde). Nella stessa figura vengono messi a confronto i dati relativi a Josefa Idem (in colore rosso) durante finale olimpica del K1 500m disputata a Londra 2012 e la neozelandese Lisa Carrington (in colore nero - Duisburg 2016).

Il grafico dei 500m è molto diverso da quello mostrato nei 1000m; è una gara in cui la modalità con "avanzamento per colpo costante" è predominante. In molti tratti la velocità cala insieme alla frequenza in modo uniforme; poi ci sono i momenti critici in cui vediamo come sia stata attuata la tattica.

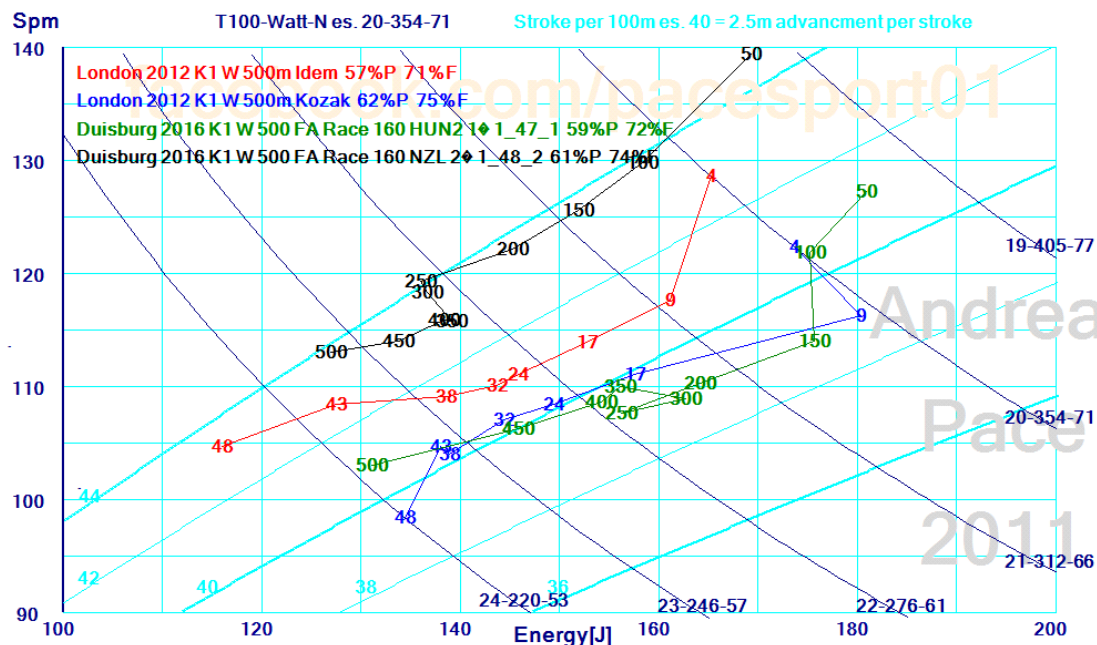


Fig 7.1.1

Una gara per volta:

1. **Josefa Idem** K1 500m W Londra 2012 in colore rosso (i dati sono stati rilevati manualmente dal filmato); dagli 80m ai 380m procede sostanzialmente ad avanzamento per colpo costante con $n_{100} =$ circa 41; come già accennato e verrà mostrato nel Par. 8.2, anche una piccola interruzione nel calo di velocità è un grande

impegno; si vede che dai 240m ai 320m (etichette rosse 24 e 32) l'atleta mantiene quasi la stessa frequenza e velocità; in quel tratto l'atleta deve applicare più forza poichè la barca non è più in fase di rallentamento e questo è un problema perchè durante la gara la forza disponibile diminuisce; abbiamo visto che nei 1000m i migliori cercano di cambiare in qualche modo l'avanzamento mentre ancora hanno le energie per farlo. In questo caso l'avanzamento passa ad $n100 = 43$ ed invece della possibile medaglia di bronzo l'atleta ottiene un 5° posto. Anticipando i calcoli eseguiti nel Paragrafo 8.2, nelle fasi in cui si perde velocità l'atleta deve trasferire circa 0.5Kg peso in meno. Guardando il grafico di Fig 7.1.1 vediamo che agli 80m (etichetta rossa "8") la Idem è vicina alla iperbole di forza media pari a 66Newton mentre tra i 170 ed i 240m è vicina alla iperbole di forza media pari a 61Newton; la differenza di forza che l'atleta ha tra gli 80m ed i 200m è notevole e risulta pari a $66-61=5$ Newton che corrispondono a 0.5Kg peso. L'azione di mantenimento della velocità dai 240m ai 320m richiede la stessa forza che l'atleta aveva in un tratto di gara precedente. Quindi l'atleta ha fatto una scelta tattica; vedremo in seguito che le sue avversarie hanno usato una tattica simile solo dopo aver sorpassato l'avversaria diretta; e non per sorpassarla.

In questo caso l'atleta aveva a disposizione altre due scelte tattiche:

- avrebbe potuto continuare l'azione con avanzamento per colpo ($n100 = 41$) seguendo il calo "fisiologico" e sperare che il miglior rendimento le avrebbe fatto guadagnare i pochi decimi di secondo necessari per una medaglia;
 - avrebbe potuto cambiare il rapporto di trasmissione, in modo simile a come è stato mostrato nel capitolo 5.6, in modo da avere una energia per colpo adeguata per incrementare la frequenza e terminare la gara con una modalità ad avanzamento per colpo costante ed $n100 = 43$ sperando di avere nel tratto finale una frequenza ed una velocità maggiori.
2. **Lisa Carrington** K1 500m W, Coppa del Mondo, Duisburg 2016, seconda arrivata (dati gps-ICF); fino ai 250m ha un avanzamento costante con $n100 = 44$, poi ai 250m inizia una azione di sorpasso (rispetto alla Osipenko in quel momento in testa); fino ai 400m mantiene la velocità calando la frequenza; successivamente perde velocità ma riesce comunque ad effettuare il sorpasso rispetto alla Osipenko ed arrivare seconda alle spalle della Kozak. In questo caso il tratto tra i 250m ai 400m, e cioè con mantenimento della velocità e calo di frequenza indica due elementi da considerare:
- il primo elemento è puramente tattico - la Carrington ha mantenuto una frequenza elevata fino ai 250 (maggiore di 120 spm) appunto per sorpassare il prima possibile la Osipenko. Quindi, una volta sicura del sorpasso, cala la frequenza per

evitare di esaurire le energie e non essere in grado di terminare la gara con un rendimento scarso

- il secondo elemento riguarda il rendimento idrodinamico - l'atleta cala la frequenza allo scopo di applicare una potenza inferiore; il fatto che con minor potenza mantiene la stessa velocità, per i successivi 150m, indica che c'è stato un incremento di rendimento. Quindi l'atleta ha scelto il valore di $n_{100} = 44$; non possiamo sapere se per l'atleta sia l'unico modo per essere efficace oppure se sia una reazione emotiva dovuta al sorpasso appena subito dalla avversaria; casualmente, proprio grazie ad una scelta tattica indovinata, scopriamo che l'avanzamento per colpo per avere il massimo rendimento deve essere molto più elevato - probabilmente con n_{100} inferiore a 43.
3. **Danuta Kozak** K1 500m W Olimpiadi di Londra 2012 in colore blu e K1 500m W nella gara di Coppa del Mondo di Duisburg 2016 in colore verde; entrambe le gare sono state vinte ed eseguite ad avanzamento su colpo costante con $n_{100} = 40$; nella gara di Londra accade qualcosa tra i 380m ed i 430m; è un evento successivo al sorpasso, la prima posizione è stata già conquistata ai 350m e l'atleta preferisce ritardare il calo di velocità fisiologico poichè ha ancora la forza per sostenere quei 0.5Kg-peso di forza aggiuntiva da applicare quando si proceda a velocità costante. Nella gara di Duisburg dai 250m ai 300m inizia l'azione per sorpassare la Osipenko; l'incremento di velocità avviene ad avanzamento per colpo costante e quindi si ha un grande incremento di velocità per un piccolo incremento di frequenza. E' da notare che durante la gara l'atleta può facilmente verificare l'avanzamento per colpo poichè è vicinissimo al valore di 4 colpi per ogni boa (disposte a 10m di distanza).

7.1b - K1 W 500m; step2.

La caratteristica più evidente per l'atleta Danuta Kozak è il movimento di beccheggio della imbarcazione pilotato da un altrettanto pronunciato movimento del tronco in avanti; non possiamo sapere se sia l'azione migliore che l'atleta possa fare; di sicuro è una azione efficace e per quanto visto con il grafico-H è una azione che permette di mantenere l'efficienza costante durante tutta la gara.

Come è stato accennato nei casi visti nelle **Fig 5.5a** e **Fig 5.5b** si tratta di una estro-traino con un movimento più evidente. Dal momento che l'azione associata ad un grande angolo di beccheggio della imbarcazione è energicamente costosa, in corrispondenza di tale fenomeno devono esserci dei grossi vantaggi, cerchiamo di capire quali siano.



Fig 7.1.2



Fig 7.1.3

Nelle figure **fig 7.1.2** e **7.1.3** si vede la Kozak nella gara di Szeged 2014 di K1 500m. Qui si anticipa una descrizione di come possa essere una buona azione dinamica nel kayak. Nella introduzione si è accennato al duplice compito del canoista; uno di questi è quello di spingere con una forza costante la barca, questa forza è pari alla forza necessaria a trainare la imbarcazione alla stessa velocità e nelle stesse condizioni.

La **Fig 7.1.2** mostra la Kozak nel momento dell'uscita della pala dall'acqua dal suo lato destro; il ginocchio sinistro è ad una altezza di 0.10m rispetto alla punta del pozzetto (lettera A rossa) e si trova allineato con il piede sinistro, che è in fase di "controspinta" cioè in trazione; noi lo vediamo leggermente spostato rispetto al centro della imbarcazione. Al fotogramma successivo (che per non aggiungere troppe figure non viene mostrato) si nota che la fase di beccheggio si inverte poichè il piede sinistro è già in fase di spinta - **Ricordiamo che la muscolatura relativa alla gamba di spinta sul puntapiedi può attivarsi in anticipo rispetto alla entrata in acqua contrastando i quasi 7Kg-peso con cui la barca deve essere costantemente spinta; mentre gli atleti che non sfruttano questa opportunità, eseguono tale spinta tramite il seggiolino della imbarcazione.**

Nella fig 7.1.3 l'atleta è nella fase di entrata in acqua, l'azione della gamba sinistra è in fase di spinta senza alcun movimento; la gamba di controspinta esegue il precaricamento e fissaggio elastico tra bacino e tronco; il fatto che il ginocchio (lettera A rossa) sia allineato verso il centro della imbarcazione ci conferma che il piede non sia più in fase di trazione come avviene nella figura precedente. Prima ancora che il ginocchio si abbassi viene immersa di più la pala precaricando in modo molto rigido (quindi fissato) l'intera catena di trasmissione della forza. La forza passa dalle mani ai piedi attraverso ogni articolazione presente. In questa fase vengono subito fissate le scapole prima che la forza in acqua diventi elevata: se non si fa così, si creano le premesse per un cedimento al livello scapolare o in altri punti come visto nel caso di fig 5.2.

Nella **fig 7.1.4** l'atleta è esattamente nella stessa posizione osservata in fig 7.1.2, ma nella vista laterale. In questo momento misuriamo l'altezza del ginocchio rispetto alla punta del pozzetto, è pari a 0.09m (lettera A rossa); la proiezione verticale del centro dell'orecchio è distante dalla proiezione relativa alla punta del pozzetto di 0.65m; il punto B evidenzia l'azione di spinta nell'ultima fase attiva prima dell'uscita; il punto C evidenzia l'azione di controspinta (trazione) del piede destro.

Nella **fig 7.1.5** l'atleta è nella posizione osservata in fig 7.1.3, vista lateralmente. Nonostante la pressione sul puntapiedi (punto C), l'altezza del punto A non è variata (0.09m).

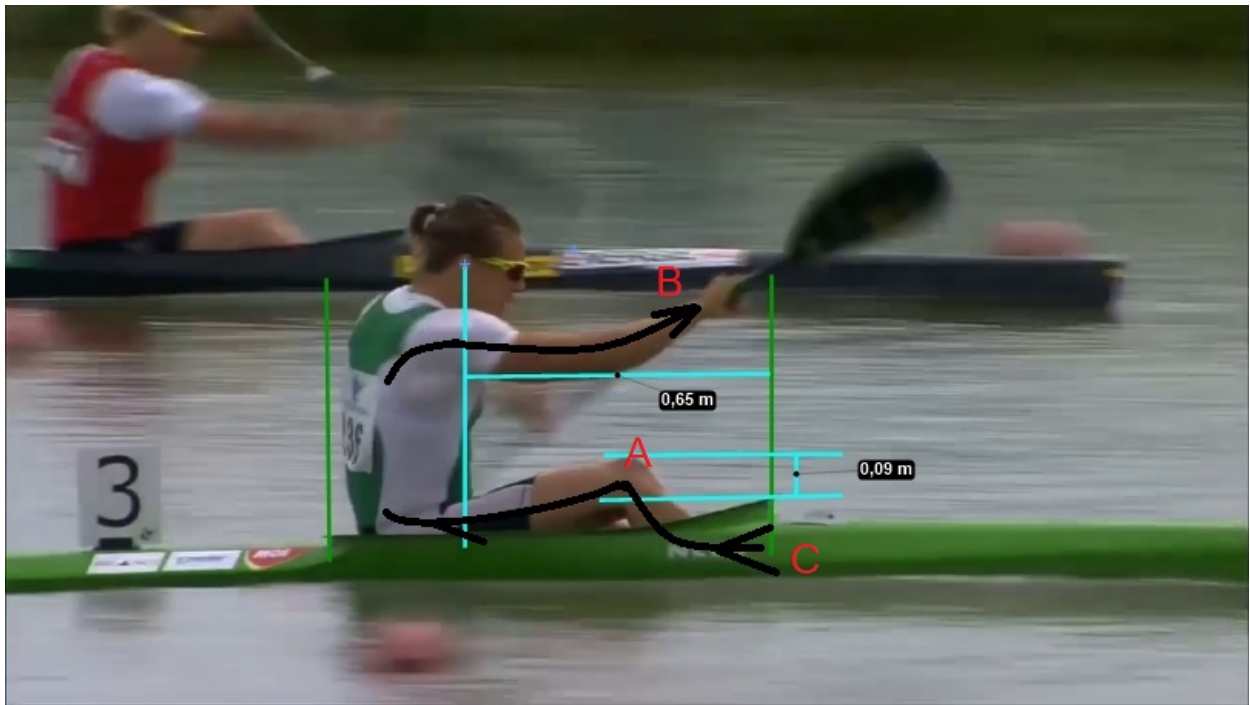


Fig 7.1.4

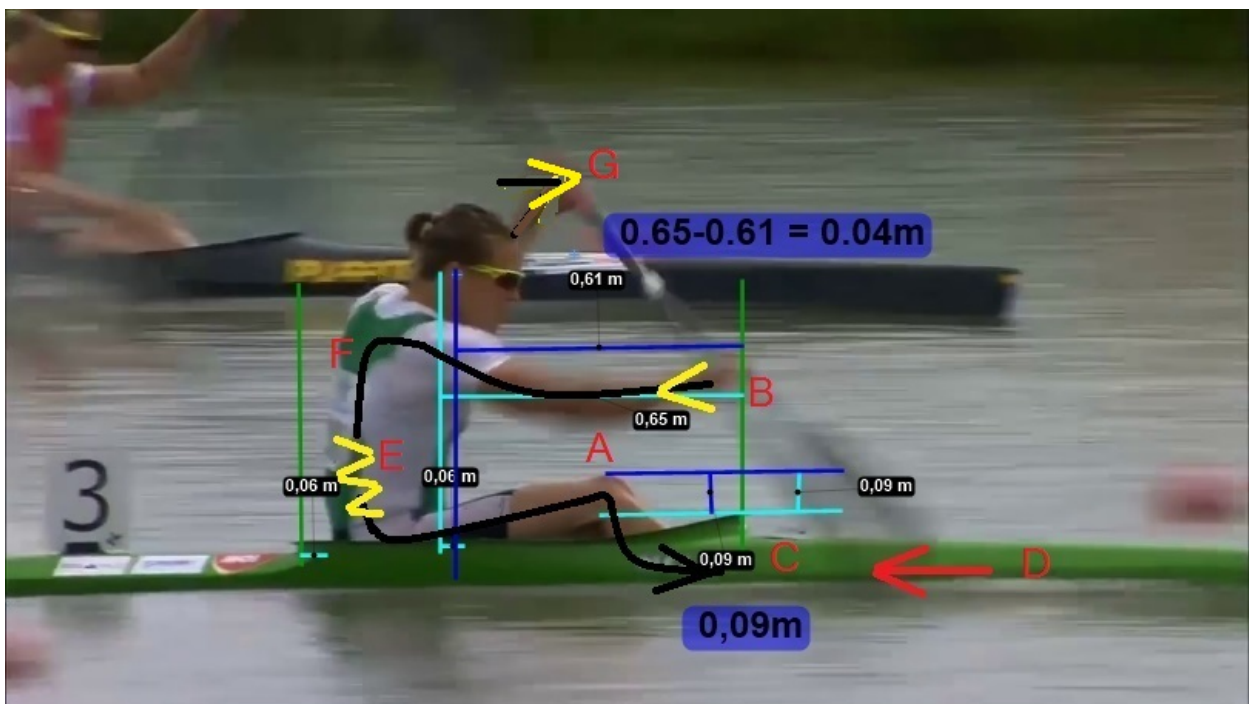


Fig 7.1.5

Dal momento che per passare dalla fase di contropinta a quella di spinta ci si attende almeno un centimetro di "gioco" meccanico ci si poteva attendere una altezza di 0.08m; evidentemente, proprio lo spostamento del tronco in avanti di 0.04m permette al corpo di spingere tramite il bacino e tenere in pressione la gamba di spinta senza perdere la sua escursione; torneremo sulla gestione dell'angolo del bacino nel capitolo 8 (par. 8.1.1). Nel kayak come accade anche nel canottaggio, l'angolo del bacino condiziona l'equilibrio tra i muscoli anteriori e posteriori del corpo; questi vengono preparati al centro della fase aerea. La scelta dell'angolo tra bacino e tronco e del precaricamento e fissaggio dei muscoli e, naturalmente viene realizzata nel momento in cui c'è una tensione minima.

Quindi l'atleta ha già la gamba di spinta precaricata e pronta all'azione prima ancora di toccare l'acqua con la pala. La distanza della proiezione verticale dell'orecchio rispetto alla punta del pozzetto è di 0.61m (colore blu), che corrisponde ad un avanzamento dell'orecchio di 0.04m; la velocità angolare del corpo in avanti rispetto alla barca facilita il bilanciamento della forza di spinta sul piede (di circa 7Kg peso) nel punto **C** e di bilanciare la coppia di forze applicate nei punti **B** e **G**. Per semplificare l'analisi, invece dell'applicazione della coppia di forze **B** e **G** consideriamo ora solo la forza applicata al punto **B**. Come già accennato, la forza applicata nei primi centesimi di secondo alla pagaia è bassa e permette il fissaggio (un precaricamento elastico con stiffness molto elevata) a partire dall'alto (punto **F**) prima che la trasmissione della forza dei muscoli delle gambe avvenga nel punto **E**; prima dell'entrata e durante l'immersione i muscoli della gamba di trazione mettono in tensione (precaricamento) e fissano i muscoli rotatori del tronco segnati al punto **E**. Nel punto **E**, viene effettuata l'ultima azione di fissaggio della catena di trasmissione della forza iniziata dagli estremi (mani e piedi) e vengono utilizzati i muscoli rotatori e stabilizzanti del tronco rispetto al bacino (obliqui dell'addome, muscoli gran dorsale in combinazione bilaterale, ecc). In questa fase, se non sono stati già fissati i muscoli del cingolo scapolare in posizione opportuna, si avrà un cedimento oppure un irrigidimento vistoso.

La forza al punto **D** rappresenta la resistenza dell'acqua quasi costante che deve essere bilanciata dalla forza applicata al punto **C**. Quindi, la forza di spinta sul puntapiedi con il piede destro (fig. 7.1.5) deve iniziare nell'istante successivo all'uscita della pala dal lato sinistro; a meno che non venga effettuata tramite il sedile, ma in questo modo si ritarderebbe il precaricamento dei muscoli della gamba di spinta.

7.2 - La soluzione migliore.

In questo paragrafo si analizza la tecnica utilizzata da Adam Van Koeverden nella finale A del K1 1000m ai Campionati del Mondo di Szeged del 2011; in quella occasione l'atleta vinse con

ben 3" di vantaggio. Questa è la migliore soluzione tecnica per la gara per le seguenti ragioni:

- dai dati misurati non si vede traccia di elementi negativi, e
- verranno mostrati alcuni dati di questo atleta e, come per il caso del M2x CRO non verranno analizzati per trovare gli errori, ma semplicemente presi come riferimento da emulare.

L'ordine di arrivo della gara:

- 1° Adam Van Koeverden (CAN) 3:36.194
- 2° Anders Gustafsson (SWE) 3:39.488
- 3° Eirik Verås Larsen (NOR) 3:39.818

La gara è stata effettuata con il vento contrario, per cui tutti i parametri misurati mediante lo step1 risentono di un valore del T100 più elevato di circa un secondo rispetto alle altre gare.

Come è stato fatto nel capitolo 5.1 vengono definiti i parametri relativi allo step1 (*05); in questo caso, la videocamera non è fissa e quindi i sistemi di misura delle lunghezze sono in relativi alla posizione delle boe.

In **Fig 7.2a** con il colore blu si è fissato il punto di entrata in acqua distante dalle boe 1.86m; In **Fig 7.2b** con il colore verde l'atleta è al centro della pagaiata ed abbiamo ancora la stessa distanza di 1.86m; in **Fig 7.2c** in colore rosso l'atleta è al momento dell'uscita dall'acqua e sempre a 1.86m dalle boe; in alto nella figura, compare il tempo 3.07"; questo tempo viene poi utilizzato al momento in cui l'atleta termina il tratto di 50m considerato per i calcoli; in basso compare il tempo relativo alla durata della fase in acqua = 0.35".
nella **Fig 7.2d**, in basso compare il tempo relativo alla durata del colpo = 0.55".

Seguono i dati misurati:

Angolo di Entrata	= 50°
Angolo di Uscita	= 55°
Atot; Angolo Totale	= 105°
Scorrimento a Metà palata	= 0.00m
Scorrimento totale palata	= 0.00m
Tempo in acqua	= 0.35"
Tempo del colpo	= 0.55"

Una volta raccolti questi dati, con un software si ricavano i parametri calcolati che sono:

%TAcqua; % di tempo in acqua	= 64%
% Var/Vacq; % Velocità in aria su Vel. acqua	= 125%
Frequenza; Frequenza di pagaiata	= 109 colpi/minuto
T100m: tempo su 100m	= 22.0"
Energia su colpo	= 152 Joule

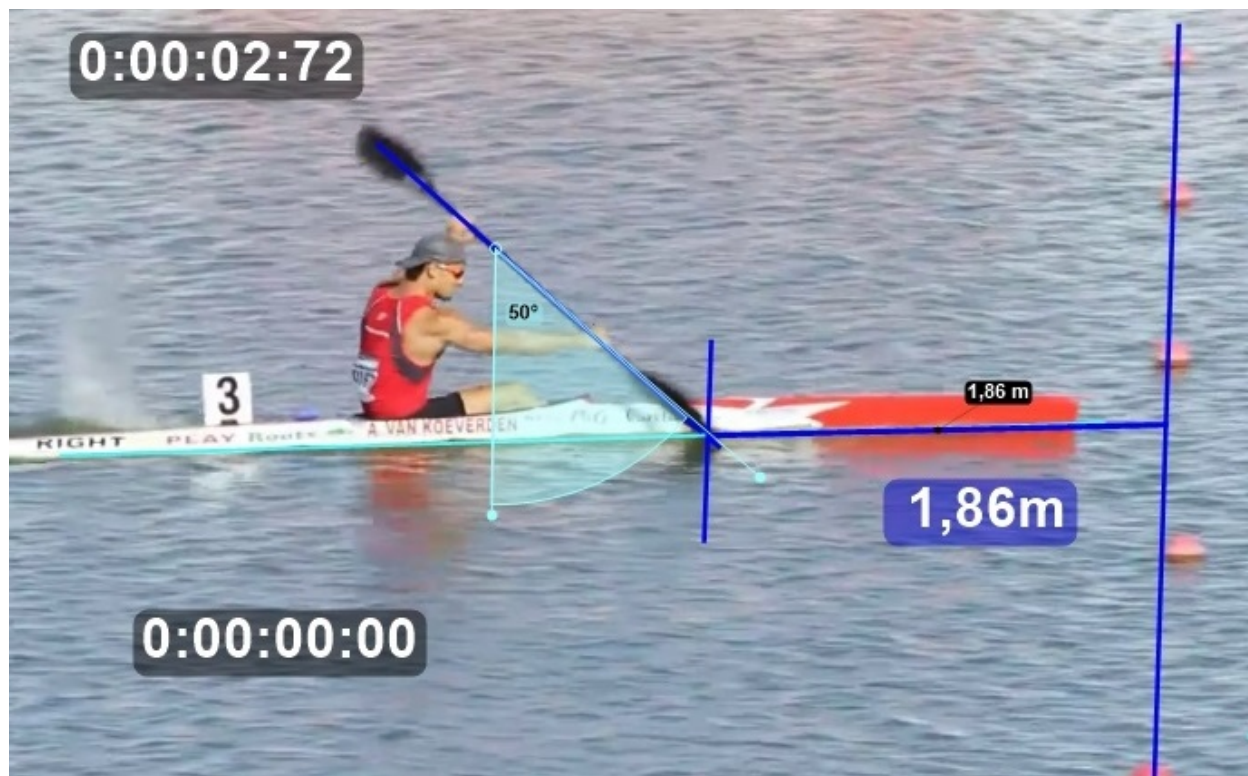


Fig 7.2a

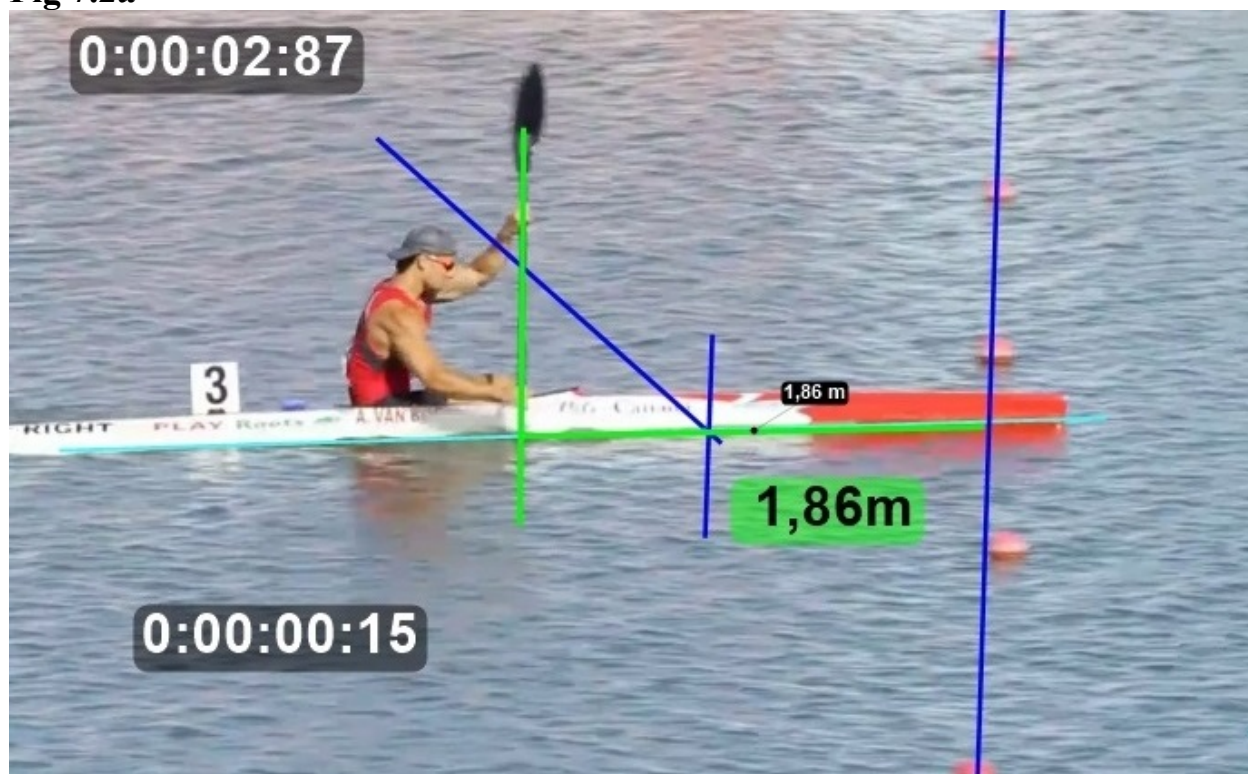


Fig 7.2b



Fig 7.2c

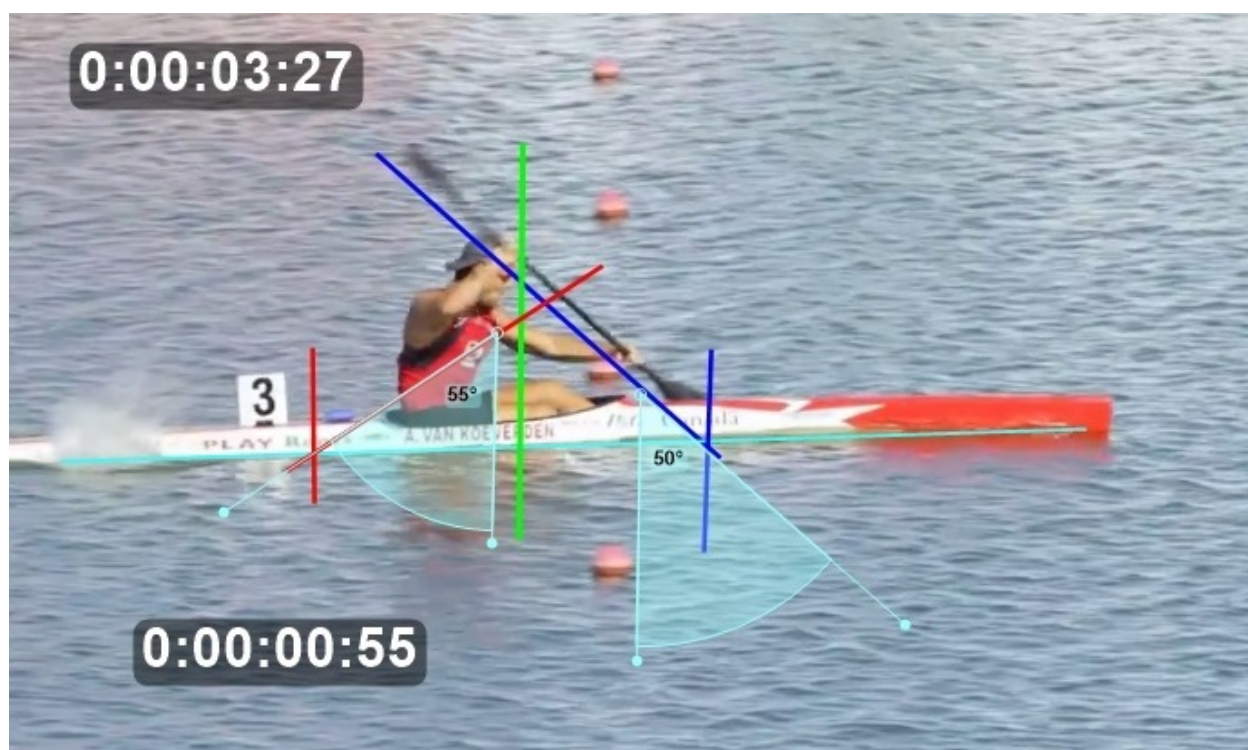


Fig 7.2d

Energia su colpo (acqua dura)	= 172 Joule
n100: Numero di colpi su 100m	= 40
Avanzamento; Avanzamento su colpo	= 2.50m
Raggio1 della pagaia	= 0.87
Raggio1 apparente	= 0.87
Forza media su colpo	= 61 Newton
Forza media in acqua	= 95 Newton

Nella Fig 7.2e troviamo lo stesso tipo di figura già visto al Capitolo 5.2 (ma anche nella Fig 6.1e); al contrario dei casi precedenti non ci sono anomalie, la velocità angolare della pagaia è costante e pari a $15/0.05 = 300^\circ/\text{sec}$; questo è il risultato di un [perfetto equilibrio delle forze inerziali applicate dall'atleta nei confronti dell'attrezzatura](#) (barca e pagaia) tramite la quale interagisce con l'acqua come se si stesse trainando tramite un supporto fisso.



Fig 7.2e

7.3 - Altri esempi

Vediamo con altri esempi che è possibile avere informazioni interessanti anche con il minimo impegno per la elaborazione dei dati.

Nelle Fig 7.3a/b viene ripreso Antonio Rossi in azione durante la finale Olimpica di

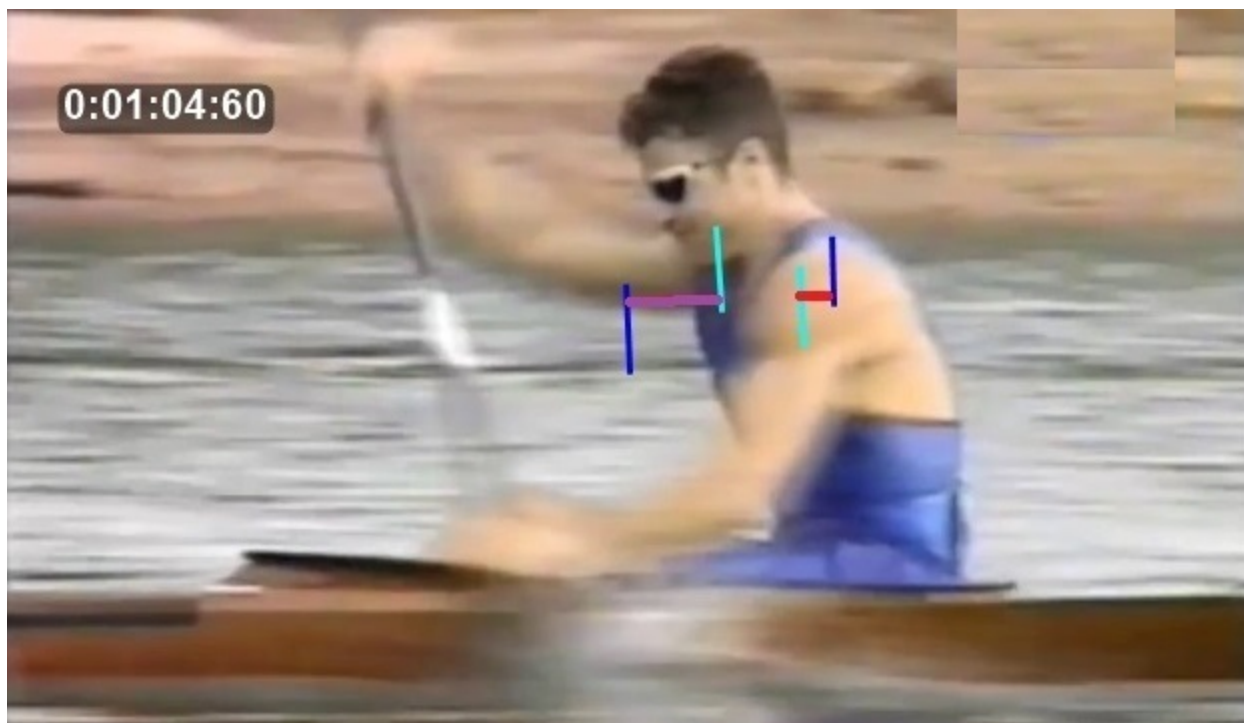


Fig 7.3a



Fig 7.3b

Atlanta 1996 in K1 M 500m; anche in questo caso si può notare lo spostamento in avanti dell'atleta rispetto alla imbarcazione: la linea in colore magenta è più lunga di quella in colore rosso.

Durante la stessa gara è stato valutato il parametro %TAcqua che è risultato essere di circa il 60%; apparentemente l'atleta sembra stare molto tempo in aria ma è solo una sensazione; un altro elemento facile da osservare è il sincronismo della l'azione delle gambe. Si riassume l'azione già mostrata al Par. 5.4 per Tomicevic: al momento dell'entrata in acqua il ginocchio della gamba di spinta è alla stessa altezza dell'altro, quindi effettua lo stesso precaricamento e fissaggio dei muscoli rotatori; il movimento del ginocchio della gamba di trazione sul puntapiedi (controspinta) inizia prima della entrata in acqua, mentre il movimento della gamba di spinta avviene un fotogramma (0.04") dopo il contatto con l'acqua; appunto il tempo giusto per terminare l'attivazione ed il "fissaggio" dall'alto di tutta la catena di trasmissione della forza.

Molti atleti utilizzano ancora questo tipo di sincronismo; nel caso di Walz le ginocchia vanno alla stessa altezza con un ulteriore fotogramma (0.04") di ritardo, questo significa che Walz preferisce aggiungere una parte di trascinamento in entrata e questo gli fa guadagnare del tempo in acqua e la sua %TAcqua è in effetti più elevata rispetto a quella di Rossi ed è pari al 66%. Nella stessa finale olimpica vinta da Walz il secondo arrivato, Dostal, ha un %TAcqua = 60%.

Nelle **Fig 7.3c/d** viene mostrato Pimenta in azione nella stessa finale olimpica del K1 1000m vinta da Walz (Rio 2016); Pimenta arriva quinto a 4" dal primo, la sua %TAcqua è del 60% ed il risultato della analisi del movimento in avanti è al contrario: in entrata tende ad essere più indietro rispetto alla parte centrale della palata.



Fig 7.3c



Fig 7.3d

Capitolo 8: La connessione tra la meccanica e l'idrodinamica nel kayak.

In questo capitolo si danno le informazioni relative alla fisica con qualche esempio; per i calcoli necessari o per le figure di esempio si fa riferimento ai capitoli precedenti.

8.1 - L'equilibrio e la postura.

L'equilibrio e la postura sono due elementi molto importanti; sono i requisiti fondamentali per l'atleta, e devono essere costantemente verificati. L'armonia, l'acquaticità e la sensibilità peggiorano se l'atleta ha paura, e la paura è connessa all'equilibrio ed alla postura.

Riguardo i metodi per superare la paura non c'è nulla da misurare, occorre trovare quelli specifici per ogni atleta in modo da risparmiare tempo. Ad esempio, se consideriamo un atleta di categoria amatoriale nel kayak, pur se in una imbarcazione facile, avrà sempre una postura con i muscoli del "core" e del bacino contratti. In questo caso, la paura e l'irrigidimento di qualche articolazione sono mutuamente dipendenti ed è possibile sbloccarle simultaneamente con appositi esercizi. Una volta rese inutili le "difese involontarie" dell'atleta, quest'ultimo è pronto per l'allenamento. Se il problema si ripresenta all'allenamento successivo è necessario utilizzare altri metodi.

Una volta eliminati tutti i problemi accennati sopra, l'atleta non avrà più problemi di equilibrio ed anzi, sarà sorprendentemente più comodo con un sedile alto. Spesso in questi casi viene spostato il sedile indietro; vediamo quali sono le possibili cause nel prossimo paragrafo.

8.1.1 - L'equilibrio della coppia di forze sul bacino.

In **Fig 8.1.1** vediamo Roi Rodriguez su un ergometro; si tratta dello stesso atleta già analizzato nel **Capitolo 4**.

Su questo atleta non possiamo dire nulla di negativo; poichè ha vinto la gara che è stata analizzata in Fig 4., ed il suo grafico-H corrisponde a quanto hanno fatto i campioni Croati del M2x che utilizziamo come riferimento ottimale (Fig 2.1).

Mostriamo l'angolo formato dal bacino e lo consideriamo come un valore individuale ottimizzato; il valore è di 33° ed appare tra i valori più bassi tra quelli che sono stati osservati; non ci occupiamo del fatto che con un valore diverso l'atleta potrebbe avere risultati migliori, ma di quello che possiamo fare sui nostri atleti.

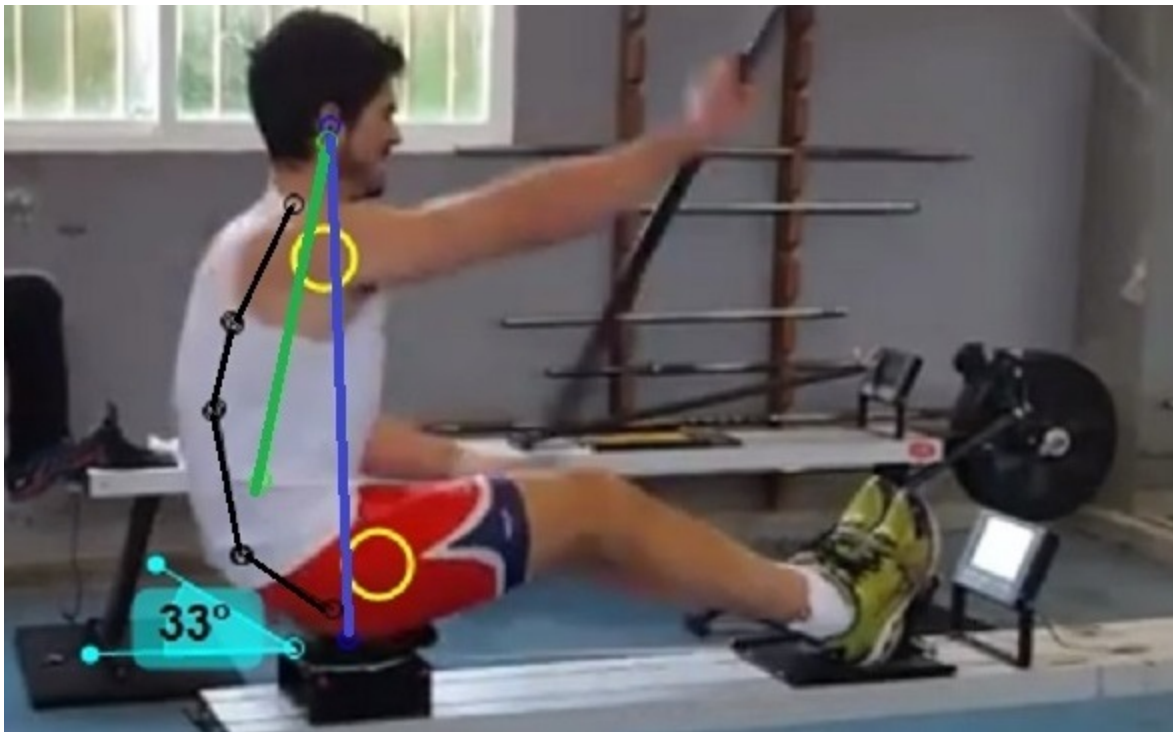


Fig 8.1.1



Fig 8.1.2

Proprio per contrasto osserviamo un altro atleta in cui l'angolo del bacino ha un valore angolare tra i maggiori osservati **Fig 8.1.2**, Brigitte Hartley (3° posto in K1 500m W ai giochi olimpici di Londra 2012). Nella foto, non viene eseguita una misura angolare precisa, ma il bacino sembra essere in una posizione angolare molto vicina al valore di 90°.

Nel kayak alcuni aspetti posturali ed angolari vengono spesso trascurati. Nel kayak, l'angolo del bacino e, ancor di più, quello dei piedi; entrambi considerati nella visione laterale, non sono visibili. Vedremo che sono "angoli chiave" nella impostazione posturale. Inoltre, mentre l'angolo formato dalla scapola ha dei meccanismi naturali di fissaggio ben definiti, l'equilibrio dell'angolo del bacino è praticamente un'arte in tutti gli sport. Quindi, se fosse necessario definire la "pietra angolare" della postura nel kayak (ed anche nel canottaggio), questa sarebbe la regolazione e l'equilibrio dinamico di questi angoli. Da questi angoli dipende:

1. la trasmissione della forza (Micro-Tecnica);
2. il controllo del moto di abbrivio e beccheggio del corpo in relazione alla imbarcazione (Meta-Tecnica); e
3. l'equilibrio delle inerzie dal lato della imbarcazione (diverso dallo stesso fenomeno dal lato della propulsione).

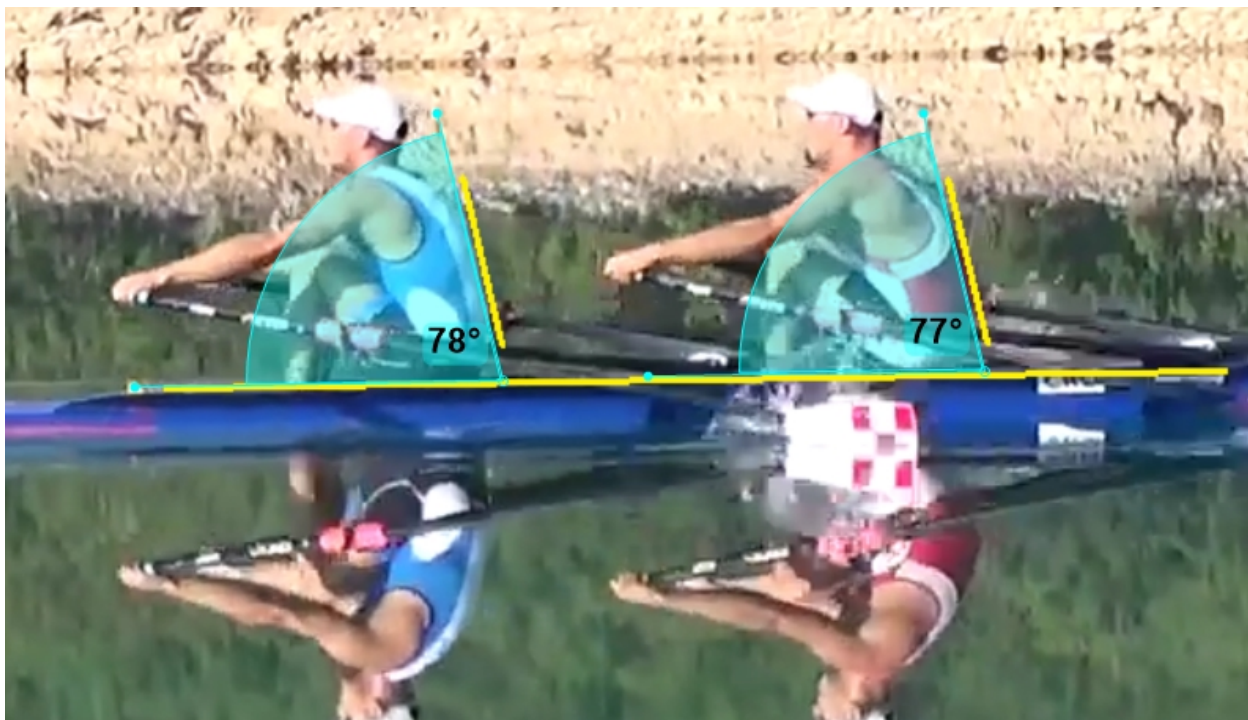


Fig 8.1.3

Vediamo un esempio nel canottaggio; in questo sport, per la posizione e l'angolo dei piedi esiste una possibilità di regolazione standard; il contrario di quanto accade in kayak perfino nelle barche multiple (K2, K4); il fatto di poter regolare l'inclinazione del puntapiedi non è abbastanza, perchè senza poter regolare anche l'altezza del supporto per la trazione sul puntapiedi (controspinta) la altezza della spinta dei piedi non è affatto libera.

Prendiamo i soliti atleti di riferimento (Fratelli Sinkovic); in **Fig 8.1.3** sono nella posizione di entrata in acqua (la foto è stata presa dal filmato "Braća Sinković na Perući i Rami 2015" presente su You-Tube).

In questa analisi non si vuole assolutamente indagare sulla tecnica utilizzata, ma semplicemente osservare che c'è un tratto molto lungo della remata in cui la schiena mantiene lo stesso valore angolare rispetto alla imbarcazione e che questo è ottenuto mediante l'equilibrio dei muscoli anteriori e posteriori delle gambe.



Fig 8.1.4

Nella **Fig 8.1.14** osserviamo proprio il momento in cui i muscoli della parte posteriore delle gambe (freccia verde) iniziano a prevalere su quelli della parte anteriore (freccia blu); come conseguenza il bacino ruota intorno alle ossa ischiatiche (linea rossa). Come al solito dobbiamo distinguere tra il fenomeno "invisibile" che utilizziamo come modello fisico di riferimento per i ragionamenti e **quel poco** che l'occhio riesce a vedere e valutare: l'angolo della schiena. Tale angolo passa dal valore di 78° agli 80°.

Quindi, l'allenatore che si fida solo di quello che vede, continua a vedere solo la punta dell'iceberg. L'allenatore che ha già analizzato le parti invisibili "vede" benissimo anche il resto; questo tipo di analisi si fa una volta e successivamente si procede ad "occhio", ma con un occhio in più.

Approfittiamo per insistere, ancora una volta, che la misura dell'angolo della schiena o del bacino, senza avere una idea di come funzioni l'equilibrio muscolare, e tutti gli altri sistemi di bilanciamento visti, sembra una misura fine a se stessa di cui si possa fare a meno.

Analizziamo il problema precedente allo scopo di procedere ad una ottimizzazione della impostazione della imbarcazione. Una posizione angolare del bacino diversa dal solito, nel canottaggio, non obbliga l'atleta ad adeguare la posizione del puntapiedi; l'allenatore lo potrà fare per riequilibrare l'assetto della barca ma non è un elemento urgente per l'ergonomia dell'atleta. Nel kayak, una modifica dell'angolo del bacino, deve essere associata immediatamente ad una nuova distanza del puntapiedi rispetto al seggiolino, altrimenti l'atleta dovrà utilizzare un angolo delle gambe diverso. In questo modo, se un allenatore desiderasse una postura più "allungata" per il bacino di un atleta, potrebbe semplicemente allontanare il sedile dal puntapiedi.

Altri due elementi che possono portare variazioni migliorative o peggiorative rispetto all'equilibrio delle forze sul bacino sono:

- L'altezza e l'inclinazione del sedile
- L'altezza del punto di appoggio dei piedi insieme a quella del supporto per effettuare la trazione (controspinta); questo aspetto è molto importante, perchè, se un atleta ha bisogno di ridurre l'altezza del punto di appoggio dei piedi sul puntapiedi - con lo scopo di ottimizzare la spinta delle gambe e di rilassare la muscolatura posteriore delle gambe - occorre adeguare l'altezza del supporto per effettuare la trazione (controspinta); questo però non fa parte delle regolazioni standard nei kayak ed inoltre può interferire con la barra del timone.

8.2 - La forza di traino e quella di accelerazione nel kayak; introspinta.

Prendiamo in considerazione una gara di K1 M 1000m, la forza necessaria a rimorchiare una imbarcazione in tale caso è circa: **ForzaRim** = 7Kg peso (**Capitolo 5**). La forza di spinta applicata alla barca deve bilanciare costantemente la forza frenante (ForzaRim) in tutte le fasi della pagaia.

Dal momento che la forza può essere applicata solo nella fase in acqua avremo che:

$$\text{ForzaAcqua} = \text{ForzaRim} + \text{ForzaAcc}$$

dove per **ForzaAcc** (forza per accelerare atleta e barca) si intende la parte di forza in più che l'atleta deve applicare per avere la $\text{ForzaMedia} = \text{ForzaRim}$.

In questo modo stiamo imponendo le condizioni in cui la velocità è mediamente costante per ogni colpo; invece l'intero sistema, atleta più imbarcazione, viene continuamente accelerato e frenato ad ogni colpo.

Per semplificare i calcoli supponiamo che il tempo con la pala in acqua sia uguale a quello in aria, quindi la ForzaAcqua deve essere uguale al doppio della ForzaRim e di conseguenza abbiamo $\text{ForzaRim} = \text{ForzaAcc}$.

Per avere dei dati più realistici la **percentuale di tempo in acqua** rispetto al tempo totale, nei casi migliori, è pari a $\%T_{\text{Acqua}} = 65\%$; con semplici calcoli otteniamo i seguenti risultati:

$$\text{ForzaAcqua} = \text{ForzaRim} / 0.65 = 7/0.65 = 10.8 \text{ Kg peso}$$

$$\text{ForzaAcc} = \text{ForzaAcqua} - \text{ForzaRim} = 3.8 \text{ Kg peso}$$

Il rapporto $\text{ForzaAcc}/\text{ForzaAcqua} = 3.8/10.8 = 0.35$ indica che la forza dovuta alla fase di accelerazione che compensa la fase aerea è circa un terzo della forza applicata. Verrà mostrato in seguito che in gara gli atleti scelgono una modalità in cui viene applicata una ForzaAcc inferiore di circa 0.5Kg peso, per cui **il rapporto ottimale reale diventa $3.3/10.3 = 0.32$** .

Nel sacco si utilizzi una $\%T_{\text{Acqua}}$ pari al 50% si dovrà applicare in acqua una forza media di 14Kg; il rapporto $\text{ForzaAcc}/\text{ForzaAcqua} = 7/14 = 0.5$ indica che la forza applicata per ri-accelerare barca ed atleta è la metà della forza totale applicata. Questi due elementi indicano quanto sia **svantaggioso avere una $\%T_{\text{Acqua}}$ bassa**.

Ed ora vediamo quanta forza può essere applicata al puntapiedi; per semplificare i calcoli consideriamo il caso con $\%T_{\text{Acqua}} = 50\%$:

1. La $\text{ForzaAcc} = 7\text{Kg}$ peso viene ripartita tra la massa dell'atleta (80kg) e quella della imbarcazione più la pagaia (13Kg) in modo proporzionale alla massa; ne consegue che l'atleta non può applicare alla barca una forza più o meno grande di $\text{ForzaRim} + \text{ForzaAcc} \cdot (13/93) = 8\text{Kg}$ peso. Nel caso che applichi ad esempio una forza di 12Kg, abbiamo una forza in eccesso di 4Kg peso; questa farà allontanare la barca dall'atleta con una accelerazione pari a $4 \cdot 9.81 / 12 = 3.2 \text{ m/s}^2$ (trascurando il movimento opposto della massa dell'atleta); con tale accelerazione dopo 0.2" l'atleta si arretra rispetto alla imbarcazione di: $\text{Spostamento} = 0.5 \cdot 3.2 \cdot 0.2^2 = 0.064\text{m}$, cioè 6 centimetri. Questo è più o meno quello che accade ad un atleta che **disperde energia in modo introverso in attriti interni al sistema**; a questo tipo di inefficienza viene dato il nome di **intro-spinta**. Vedremo che il contrario di questo fenomeno (**estro-traino**) viene utilizzato in modi più o meno validi a seconda che venga riutilizzata l'energia di rotazione al termine della pagaia o meno (Fig 7.1.5 e Fig 6.1c).
2. In corrispondenza alla ForzaAcqua media di 14Kg peso, abbiamo sulla mano di spinta lo

stesso valore e sulla mano di trazione circa il doppio; dobbiamo attenderci un valore massimo più elevato di quello medio (si tratta di valori stimati di forza ma non troppo distanti dai valori reali); la difficoltà nel kayak sta proprio nel fatto di riuscire ad imprimere una forza media nella fase "in acqua" di circa 28 Kg sulla mano di trazione mentre la risultante delle forze alla barca deve essere vicina ai 7Kg peso.

3. Per quanto detto sopra il problema di applicare una forza "media in acqua" molto più elevata rispetto alla ForzaRim dipende esclusivamente dalla %TAcqua; se ad esempio l'atleta avesse una %TAcqua = 25% dovrebbe trasferire alla imbarcazione 7Kg peso applicandone sulla mano di trazione $(7 \cdot 4 \cdot 2) = 56$ Kg peso. In pratica il corpo stesso diventa una "banca di energia"; poichè il movimento è ciclico, l'obiettivo dell'atleta è quello di sfruttare lo scambio energetico tra tutti gli elementi che possano trattenere l'energia durante la fase attiva e restituirla in qualche modo per spingere l'imbarcazione durante la fase aerea; questo è tipico dei sistemi di oscillazione, e per questo viene spesso utilizzato il termine "armonico" durante tutto l'articolo

Riassumendo, la forza applicata in acqua può essere minima se la %TAcqua è elevata; la ForzaAcc, che rappresenta la parte di forza che non è possibile trasferire alla imbarcazione durante la fase attiva, è anche la parte di forza applicata più difficile da bilanciare.

Le conseguenze più importanti di questo fenomeno sono:

1. In partenza la barca è ferma e la ForzaRim = 0; per cui per ogni Kg di forza peso applicata al puntapiedi con un piede deve corrispondere istantaneamente un Kg di forza peso con l'altro piede in senso opposto (controspinta) in modo da formare una coppia di forze tale da bilanciare la coppia di forze sulla pagaia e tutte le componenti inerziali ed elastiche dovute alla catena di trasmissione della forza stessa.
2. Le esercitazioni in cui la %TAcqua varia vengono eseguite con diversi rapporti ForzaAcc/ForzaAcqua. Non possiamo attenderci che gli atleti siano così perfetti da non subire variazioni nella tecnica; per cui, ci si illude di allenare la forza in modo specifico mentre in verità si rischia di modificare gli automatismi in modo da allenare la sola capacità di accelerazione.
3. Applicando un freno idrodinamico, la velocità della imbarcazione si riduce ma la ForzaAcqua può essere la stessa; in queste condizioni l'atleta viene facilitato moltissimo proprio poichè il rapporto ForzaAcc/ForzaAcqua si riduce.
4. Per altri motivi, di cui non si esplicitano i calcoli, il vento a favore fa abbassare il rapporto ForzaAcc/ForzaAcqua; ed in questo caso si torna alla normalità abbassando di poco la %TAcqua; il contrario per il caso del vento contrario.

Come conseguenza degli ultimi due punti, **la esercitazione di forza in acqua ideale viene effettuata utilizzando simultaneamente un freno idrodinamico ed una riduzione della**

%TAcqua. E' possibile calcolare con precisione il bilanciamento ideale del freno idrodinamico e della %TAcqua:

Per chi volesse evitare i calcoli riportati in corsivo il risultato è che con un freno tale da alzare il T100 (tempo che l'atleta impiega su 100m) di 4" l'atleta può abbassare la %TAcqua dello 8%; in questo modo si mantienelo stesso rapporto ForzaAcc/ForzaAcqua .

Si tratta di un calcolo approssimato e quindi conviene impostarlo in modo che sia comodo da effettuare: Si suppone che la velocità massima di un atleta alla frequenza di 100colpi/min sia relativa ad un T100=21"; con un grosso freno, alla stessa frequenza, si ha invece T100 = 25". Supponiamo che il limite in questa prestazione sia la forza media che l'atleta riesce a trasferire alla imbarcazione; quindi, in entrambi i casi abbiamo ForzaRim = 66Newton (Capitolo 5.1) che sono circa uguali a 6.7 Kg peso. Riprendendo il caso della **%TAcqua = 50%** sappiamo che, nel caso senza freno la ForzaAcc = ForzaRim = 6.7 kg peso. Dal momento che con il freno la velocità diminuisce ad un valore pari a $21/25 = 0.84$, lo stesso avviene per la accelerazione; quindi con il freno la ForzaAcc diventa $6.7 * 0.84 = 5.6$ Kg peso. Ora calcoliamo il valore della %TAcqua tale da ottenere la stessa ForzaAcc che l'atleta è abituato ad avere in condizioni normali. Sappiamo che con la %TAcqua = 50% si ha una ForzaAcc di 5.6Kg peso e si desidera averne 6.7; quindi facciamo i calcoli come se la ForzaRim fosse 5.6Kg peso, $ForzaAcc = 5.6 * 50 / nuova\%TAcqua$; invertendo la formula abbiamo che:

$$nuova\%TAcqua = 5.6 * 50 / 6.7 = 42\%$$

quindi il valore di percentuale di tempo in acqua è effettivamente inferiore dello 8%.

Il vantaggio con questo tipo di allenamento è il semplice fatto di poter applicare la forza massima in acqua per una distanza più elevata; questo accade poichè la velocità cala insieme alla potenza trasferita ad un valore pari allo 84% rispetto al valore senza freno e, dal punto di vista fisiologico, il 16% di potenza in meno da applicare permette di andare avanti molto più a lungo.

Applicare il freno idrodinamico sulla prua piuttosto che sulla poppa della imbarcazione è fortemente consigliato per chi deve ancora migliorare l'aspetto tecnico; oltre all'aspetto psicologico dovuto all'idea di andare in avanti per spingere l'ostacolo aggiunto, in caso di piccoli sbilanciamenti dovuti alla azione errata dell'atleta il freno situato sulla poppa in genere tende a far abbassare la poppa della imbarcazione rendendo più difficile all'atleta l'azione ciclica.

Con la barca fermata in modo non troppo rigido dall'allenatore disposto su una imbarcazione frenata e pesante (*04) abbiamo una situazione che è opposta a quella che si ha nella partenza di una gara; l'unica cosa uguale è che si è fermi o quasi. In questa condizione la forza applicata in acqua è esattamente uguale a quella frenante per cui viene esercitata la sola capacità dell'atleta di trainare la barca senza accelerarla; in questa fase la azione della contropinta è molto meno

importante e l'atleta può applicare alla gamba di spinta la stessa forza che applica con la mano.

Come è stato visto nei primi 4 capitoli, durante la maggior parte delle fasi della gara, la velocità è in continua diminuzione. Nell'esempio di Fig 1.1 l'atleta Lisa Carrington durante gli ultimi 50m di gara passa da un $T_{100} = 19''$ ad un $T_{100} = 20''$ in 30m; dai calcoli risulta una accelerazione negativa (decelerazione) pari a 0.05m/s^2 ; se moltiplichiamo questo valore per la massa standard che utilizziamo per tutti i calcoli (cioè $80 + 13 \text{ Kg}$) otteniamo la forza di 4.65Newton equivalenti a circa 0.5Kg peso. Questo risultato fa capire bene cosa accada durante la gara:

1. L'atleta in questo caso utilizza una $\%T_{Acqua} = 55\%$ (è un caso limite poichè tutti gli altri atleti variano tra il 60 ed il 65%)
2. La ForzaRim in quel tratto è di circa 7.4Kg e la ForzaAcqua = 13.5Kg peso; grazie alla decelerazione la ForzaAcqua diventa 13.0Kg

Quindi, quando gli atleti si allenano con una velocità costante non sono nelle stesse condizioni idrodinamiche che hanno durante la fase di gara in cui decelerano. Gli atleti che tentino di accelerare durante gli ultimi 30metri di una gara di 200m fanno quindi l'esatto contrario di quello che dovrebbero fare: cioè dovrebbero applicare una tecnica diversa, in cui prevalga il trascinarsi rispetto alla accelerazione, adeguandosi al fatto che la ForzaAcc diminuisce di circa 0.5Kg peso.

Per chi avesse il tempo di verificare c'è un esempio importante; nella gara dei Campionati del Mondo 2014 del K2 M 200m viene vinta dall'equipaggio SRB, al secondo posto GER ed al sesto posto RUS (vincitori nell'anno precedente con un grosso distacco). I tre equipaggi sono vicini tra loro fino ai 150m; quando l'equipaggio SRB va in leggero vantaggio gli altri due equipaggi tentano qualcosa; l'equipaggio GER mantiene la seconda posizione e nel tentativo di recuperare passa ad una $\%T_{Acqua} = 60\%$; l'equipaggio RUS arriva addirittura sesto a 0.6" dal primo con una $\%T_{Acqua} = 55\%$. Quello che è successo all'equipaggio RUS è che il tentativo anomalo di accelerare quando si deve solo cercare di ridurre il calo di velocità produce uno slittamento della pagaia in acqua; lo slittamento fa ridurre il tempo in acqua e la situazione già compromessa continua a peggiorare poichè si riesce ancora di meno ad applicare la ForzaRim media richiesta per mantenere la velocità. [Quindi si ha una vera e propria reazione a catena che è innescata solo da un errore: applicare una tecnica valida nella fase di accelerazione quando non si hanno più le forze per tenere compatta la muscolatura e recuperare le energie utilizzate durante il ciclo di pagaiata; di conseguenza il mancato equilibrio delle inerzie produce effetti negativi ed in definitiva si fallisce nella applicazione della tattica scelta, che consisteva appunto nel tentativo di accelerare l'imbarcazione.](#)

8.3 - Il settore angolare nel kayak.

Un altro aspetto fondamentale nel kayak e nel canottaggio è il grande settore angolare utilizzato (oltre i 90°); utilizzando leve in acqua più lunghe e settore angolare ridotto è più difficile evitare lo slittamento delle pale in acqua (è il caso delle barche di adaptive rowing delle categorie TA (Trunk & Arms) ed AS (Arms & Shoulders) dove il movimento dell'atleta è ridotto e occorre ridurre di molto sia la lunghezza dei remi che l'apertura tra gli scalmi. Qualcosa di simile avviene per le canoe più lente (discesa e slalom) dove le pagaie sono più corte rispetto a quelle della canoa sprint.

Dopo l'entrata, l'acqua intorno alla pala è in lenta rotazione e l'angolo di incidenza dell'acqua sulla pala dipende da più fattori:

- la inclinazione del manico che possiamo vedere nei filmati laterali;
- la flessione della pala;
- i moti di beccheggio ed abbrivio della barca e del corpo; e
- da come si muove l'acqua intorno alla pala; quindi da quello che viene fatto nella fase di entrata (o "presa d'acqua").

In pratica, nella fase di entrata, la pala si infila nell'acqua ferma ed inizia a muoverla in rotazione con ampio Raggio; in questa fase l'atleta sfrutta il fenomeno della "portanza idrodinamica" e la punta della pala avanza rispetto al punto iniziale di contatto con l'acqua.

Nella fase centrale della trazione la punta della pala passa sotto il punto di contatto con l'acqua ed arretra rispetto a questo.

Nella fase finale della trazione la pala interagisce con l'acqua spostata nelle fasi precedenti; è proprio grazie al movimento rotatorio ad ampio raggio (innescato tenendo alto il valore del Raggio1, par. 5.1) che l'acqua oppone una grande massa equivalente sulla quale effettuare il traino; infine c'è nuovamente il vantaggio della "portanza" e la punta della pala riprende ad avanzare per raggiungere il punto di contatto iniziale con l'acqua.

Nel caso che le cose non siano andate in questo modo ideale, ci sarà un valore di scorrimento (slittamento) più o meno elevato; questo significa che i fenomeni fisici ottimali non sono stati realizzati. In questo caso è inutile continuare ad imitare la tecnica dei campioni, occorre fare qualcosa di più.

8.4 - Oscillazioni nel kayak.

Come è stato accennato e come verrà continuamente esposto in quel che segue, il kayak è uno sport ciclico in cui l'energia cinetica e quella elastica si sposta da un elemento all'altro oppure si disperde. Chi si attendeva informazioni direttamente utilizzabili può risultare deluso dalla precedente affermazione, ma anche nella fisica dei sistemi oscillanti non si dice molto di più che un principio: "il principio di equipartizione dell'energia".

Nell'ottimizzazione della trasmissione sono stati dati esempi di chi ha il minimo della stiffness (Marko Dragosavljevic) e chi è molto rigido; in entrambi i casi occorre essere elastici appunto per poter recuperare l'energia durante la sua equipartizione ciclica tra energia cinetica ed energia elastica.

Si è visto che gli atleti che lavorano in modo più rigido effettuano tutti i movimenti simultaneamente nel momento in cui la pala entra in acqua e spesso subiscono un arretramento dovuto ad una imperfetta presa d'acqua dovuta alla stiffness eccessiva; tale effetto è ovviamente attenuato dalla elasticità della pagaia stessa, ma la pagaia non si adegua alle varie fasi della gara.

Il corpo è in oscillazione sia che la barca effettui un beccheggio simile al delfino, sia nel caso in cui ci sia solo l'oscillazione di abbrivio. Per chi volesse avere un'idea precisa di quanto detto basta osservare Walz nella finale A di K1 M 1000m di Rio 2016; fino ai 500m procede con un beccheggio di poco inferiore a quello effettuato dalla Kozak (**par. 7.1**), mentre negli ultimi 250m il beccheggio è completamente annullato. Per spiegare questo fenomeno senza modelli matematici basti pensare ad un fenomeno sportivo simile: in una gara di 100m piani nell'atletica leggera; il corpo di ogni atleta non si sposta verticalmente anche se dovrebbe oscillare di circa 5 centimetri; in verità il baricentro fa appunto questo spostamento verticale ma l'azione delle braccia compensa completamente e volutamente questo fenomeno.

Quindi pur non potendo dimostrare dai video che le oscillazioni del corpo sono importanti posso almeno dare il risultato di una cattiva oscillazione. Quando l'oscillazione, per quanto invisibile, è compromessa, allora si interrompe il trasferimento di energia tra le varie articolazioni del corpo.

Se l'equilibrio delle inerzie non è perfetto ci sarà statisticamente una parte di energia che deve essere dispersa; se l'atleta sta eseguendo una buona trasmissione della forza con un gruppo muscolare ed il resto è ben fissato, assorbirà con i muscoli l'energia da disperdere e recupererà elasticamente quella riutilizzabile; se invece l'atleta ha qualche articolazione eccessivamente rigida o troppo libera, allora l'energia da disperdere danneggerà il sistema miofasciale. In entrambi i casi l'elasticità è ridotta ed il flusso di energia del movimento ciclico viene disperso ma nel secondo caso si accumulano problemi che possono in seguito limitare ulteriori miglioramenti.

Ovviamente l'entità degli spostamenti di energia deve essere equilibrata tra l'energia cinetica delle oscillazioni meccaniche e quella delle oscillazioni elastiche; come abbiamo visto l'atleta che riesce ad armonizzare il tutto con riduzione di tutti questi fenomeni è Adam Van Koeverden (Capitolo 7.2); ma anche lui ci riesce perfettamente solo nel 2011; c'è da pensare che sia un fenomeno dovuto al talento ed ad una combinazione di eventi piuttosto che ad un lavoro tecnico sistematico. Al contrario, il M2x CRO sembra avere ottimi risultati in tutte le annate e gli equipaggi che hanno lo stesso allenatore mostrano tutti un ottimo comportamento qualitativo.

Capitolo 9: La domanda fondamentale.

In ogni sport occorre avere una perfetta ed automatizzata padronanza della tecnica per soddisfare quell'insieme di requisiti necessari e sufficienti per ottenere il risultato prefissato. La domanda è: **L'atleta che sto allenando è in grado di farlo?**

Togliendo l'atleta dal ragionamento: Io conosco, in qualità di allenatore, i requisiti necessari e sufficienti? Oppure conosco solo la Tecnica Base più pochi altri elementi e procedo facendo del mio meglio?

Durante il testo si è ampiamente visto che esiste una associazione precisa tra tecnica, risultati e comportamento in gara; quest'ultimo rilevato mediante il grafico-H. Chi ha problemi tecnici non può competere ad armi pari con gli altri; chi poi non riesce a compensare gli errori per tutta la durata la gara, allora ha comportamenti e risultati catastrofici ed arriva con molti secondi di ritardo all'arrivo. Ovviamente gli atleti che commettono errori e non riescono a compensarli mai, sono atleti che non vedremo mai nelle finali.

In tutto questo, la "testa" o la "mente" agisce solo per complicare ulteriormente le cose. Non è possibile "trasformare" un atleta con problemi tecnici in un atleta di successo solo risolvendo problemi associati con la loro mente e facendo in modo che "ci metta la testa e/o il cuore". Semplicemente, chi ha problemi tecnici, avrà molti più problemi legati anche alla "mente" poichè è sovraccarico di errori da compensare e di strategie da utilizzare per affrontare gli imprevedibili momenti di crisi.

La tecnica, oltre ad essere un semplice elenco di movimenti e consigli (la Tecnica Base), è anche lo scopo specifico dello sport (esterno ed interno; e quindi MetaTecnica e MicroTecnica). In base a questo definiamo le abilità qualitative dell'atleta.

Le abilità qualitative utili per il kayak ed il canottaggio sono tutte relative a qualcosa che non si misura direttamente: cioè non si tratta di una lunghezza, ne di un peso ne di un tempo; le qualità di questo tipo in fisica si chiamano adimensionali:

- ad esempio un angolo;
- oppure una forza relativa al peso;
- oppure un sincronismo temporale; poiche è definito come una percentuale della durata totale del movimento oppure come una fase angolare di un ciclo di 360 gradi.

Quindi gli elementi della Meta-Tecnica sono adimensionali, ed anche gli elementi della Micro-Tecnica sono adimensionali. In definitiva ogni elemento collegato all'aspetto qualitativo dell'atleta è un elemento relativo. La parte quantitativa, cioè il "duro" allenamento, viene dopo e, prima di iniziare seriamente occorre porsi la domanda: **"in base sue qualità, conviene all'atleta impegnarsi con tutte le risorse disponibili"?**

Spesso i giovani atleti sono reclutati nelle scuole e vengono scelti quelli che esprimono meglio degli altri la loro potenza su un ergometro. Come possiamo poi porgli la domanda giusta? Cioè come possiamo dire ad un potenziale atleta, che ha avuto successo senza avere nessuna delle qualità richieste in seguito, che dovrà rinunciare a tutto ciò che sa fare e ripartire da zero? *Se è impossibile porre la domanda giusta all'atleta dal primo momento, non ci si può lamentare di avere grossi problemi dopo.*

Abbiamo visto come sia importante la gestione della Meta-Tecnica e della Micro-Tecnica per realizzare il gesto ottimale; dobbiamo verificare subito se ai futuri atleti possa piacere un gioco del genere. Non si tratta di fare subito ore di allenamenti faticosi ma di giocare con l'acqua per poi finalizzare nell'ordine giusto la costruzione del movimento. Si tratta di iniziare la scalata di una montagna, ma non di una montagna qualsiasi. Non è importante salire in fretta: molti atleti raggiungono le migliori prestazioni dopo 10 anni di attività; l'importante è di essere sicuri di essere ai piedi della montagna più alta e non solo avere l'illusione di esserci. L'illusione conduce a quei risultati catastrofici visti nei capitoli precedenti anche in alcuni atleti che partecipano alle gare internazionali: tentano una tattica e la tecnica che hanno non gli consente di attuarla, sono accanto ad un campione, hanno le forze per superarlo ma non hanno la tecnica per fare quello che sarebbe nelle loro possibilità.

Conclusioni

La tecnica, lo scopo per il quale viene utilizzata ed i dettagli con i quali viene realizzata sono tre cose ben distinte.

Personalmente, nel ruolo di allenatore, indico all'atleta di cambiare in rapida successione e consapevolmente un particolare della tecnica alla volta mentre controlla un fenomeno fisico preciso; poi non mi ripeto e fornisco il "feedback positivo" del fenomeno fisico che l'atleta non riesce a valutare, esattamente fino al momento in cui non è più necessario. L'atleta deve prima realizzare lo scopo in modo facilitato ed applicando sempre meglio la tecnica richiesta; infine deve automatizzare l'azione per avere la mente libera allo scopo di affrontare l'allenamento o il problema "tecnico" successivo.

In ogni sport, la crescita tecnica di un atleta è molto più rapida se l'atleta ha un campione da imitare durante l'allenamento quotidiano. Questo metodo è solo il più rapido ed efficiente per un allenatore che non abbia tempo di seguire il singolo atleta in modo sistematico. E' un metodo in cui una persona qualunque può gestire una intera squadra avendo un solo bravo atleta da imitare. In ogni caso, oltre agli errori di copiatura, bisogna considerare il fatto che questo metodo non è adatto per gli equipaggi; in un equipaggio non è possibile che ogni atleta esprima liberamente i suoi automatismi: in un equipaggio l'azione dell'atleta varia tantissimo anche se cambia solo la

sua posizione sulla imbarcazione. L'allenatore che inizialmente ha risparmiato molto tempo, terminata la fase in cui sposta gli atleti per raggiungere la permutazione migliore, non sa più cosa fare.

Riguardo ai metodi di valutazione mostrati e forniti, risultano evidenti le differenze tra gli atleti bravi e quelli meno bravi. Quando vengono misurati 2cm o 4cm di spostamento del tronco in avanti o indietro si può pensare ad una misura arbitraria che non ha nulla a che fare con la tecnica. Eppure è uno degli elementi che più di tutti gli altri mostra la differenza sostanziale tra atleti tecnicamente dotati come Van Koeverden o Walz rispetto ad atleti più orientati alla prestanza fisica come Hoff o Dostal. Poi si tratta di capire bene tutto ciò che è scritto nel testo, ed infine utilizzarlo per risolvere i problemi.

In verità dietro a tutti i metodi grafici di valutazione mostrati nel testo, c'è la teoria della idrodinamica propulsiva, in cui diventano fondamentali gli elementi della Meta-Tecnica descritti nel testo. Le valutazioni effettuate evidenziano solo le tracce mediante la videoanalisi ma i fenomeni trattati restano invisibili a chiunque non abbia la piena consapevolezza della loro esistenza.

Semplificare la Meta-Tecnica eliminando gli elementi fondamentali (come accade se si utilizzi una barca eccessivamente stabile o addirittura fissa) non porta ad alcun apprendimento importante. Il lavoro a secco (anche pagaiare in aria stando in piedi) è utile solo per definire il linguaggio tecnico con l'atleta e per innescare l'idea che, sulla base di quello che è già automatizzato e corretto, si possa costruire l'elemento successivo.

Utilizzare le situazioni in cui le richieste della Meta-Tecnica sono oltre i limiti dell'atleta: raggi 1 2 e 3 esagerati, oppure %TAcqua troppo grandi, o un freno idrodinamico posto sulla coda della imbarcazione piuttosto che sulla prua, può portare ad incrementare i problemi piuttosto che risolverli. E' bene alternare difficoltà e facilitazioni con allenamenti che prevedano l'uso di esercitazioni a contrasto in modo che l'atleta possa scegliere il giusto equilibrio nella tecnica che stà utilizzando.

Infine, per dare un'idea di come le esercitazioni svolte in modo sistematicamente diverso diventino degli importanti test, si immagini di eseguire per tre volte un percorso di 100m:

- la prima volta con poco riscaldamento;
- la seconda volta dopo una buona preparazione; e
- infine dopo opportune esercitazioni di forza e/o posturali e si effettua il terzo percorso

Come risultato avremmo un comportamento diverso per diverse categorie di atleti:

- gli atleti sensibili e con una stiffness non molto elevata faranno subito il miglior risultato
- gli atleti con una stiffness elevata faranno il miglior risultato al secondo percorso
- gli atleti incapaci di fissare e proteggere gli anelli deboli della catena di trasmissione della forza faranno il miglior risultato al terzo tentativo

In seguito potremmo indirizzare la nostra attenzione sui particolari individuali di ogni atleta senza perdere tempo su quello che ogni atleta sa già fare; inoltre, le informazioni riguardanti i tre gruppi di atleti sono fondamentali per la formazione di un equipaggio:

- perchè è indispensabile fare una preparazione di riscaldamento che vada bene per tutti gli elementi dell'equipaggio;
- perchè, in base alle caratteristiche individuali, la stiffness delle pagaie dovrebbe essere scelta in modo da bilanciare le differenze di stiffness muscolari degli atleti; la misura della stiffness di una pagaia richiede pochi minuti e, si possono selezionare pagaie con stiffness diversa da un gruppo di pagaie nuove teoricamente tutte uguali; in base all'invecchiamento dei materiali ci attendiamo valori di stiffness inferiori.

•

Bibliografia

- (*01) Carlo Vivio, Andrea Pace, "La Velocità nel Nuoto"; Swim Tech VI 24-25 Aprile 2012; L'Aquila.
- (*02) Cesare Beltrami, nuova CANOA RICERCA n. 39-41-44-53.
- (*03) Andrea Pace, "Feedback tecnico e rendimento: due elementi in opposizione?"; nuova CANOA RICERCA n. 61-62 Settembre/Dicembre 2006.
- (*04) Jernej Župančič Regent, "Priročnik za trenerje kajaka na mirnih vodah" (Manuale per allenatori di canoa sprint)
- (*05) Andrea Pace, Dario Naccari, "riflessioni sulla tecnica di voga nello adaptive rowing", Conferenza Tecnica Nazionale FIC, Formia 12 dic 2015.
- (*06) Andrea Pace, "Aspetti meccanici ed idrodinamici della canoa" Canoa Ricerca Anno III N°10 - Settembre 1988.

Curriculum

Andrea Pace, laureato in fisica con tesi di laurea in idrodinamica nel 1986; fornitore di elaborazione e realizzazione di misure video e computerizzate presso l'Istituto di Medicina e Scienza dello Sport nel 2016 e dal 1981; fornitore di assistenza software ed hardware presso il CNR-INSEAN (vasca navale) nel 2016 e dal 1987; allenatore di canoa di 3° livello per la FICK (Federazione Italiana Canoa Kayak); campione italiano FICK nelle categorie Ragazzi, Junior e Master.