

Autore

J. C. De Lellis

Titolo

Valutazione ed allenamento delle qualità fisiche nella pallavolo

Titolo originale

Valutazione ed allenamento delle qualità fisiche nella pallavolo

Sunto della "Tre Giorni" dal titolo "La preparazione fisica nella pallavolo tre scienza e realtà" tenutasi ad Ancona il 28-29-30/11/1997

## 1. Introduzione

E' il quinto set di una lunga e combattuta partita. Tutta la squadra è ancora concentrata e si esprime al massimo delle sue possibilità. I giocatori saltano tanto quanto nel primo set. La fatica non è ancora apparsa a condizionare il gioco della squadra. Questi giocatori sono stati allenati specificatamente rispettando principi fisiologici. E' l'adeguata applicazione della fisiologia all'allenamento che mette i giocatori in condizione di usare con successo la tecnica e la tattica, imparate precedentemente, durante tutta la durata del match.

## 2. IMPORTANZA DELLA FISIOLOGIA APPLICATA ALL'ESERCIZIO

La fisiologia è lo studio del funzionamento dell'organismo umano, ed è anche la scienza più importante che l'allenatore deve capire, conoscere ed applicare correttamente. Essa coinvolge il funzionamento di ogni sistema del corpo che è utilizzato quando si gioca a pallavolo (per esempio i muscoli scheletrici, i sistemi respiratori e cardiovascolare) e come questi sistemi si relazionano tra loro.

Se l'allenatore conosce i principi di base della fisiologia dell'esercizio e il modo in cui applicarli nell'allenamento, i giocatori non soltanto saranno in forma ma riusciranno anche a giocare tutta la partita con un'elevata efficienza tecnico-tattica ed anche senza essere esposti a infortuni dovuti a fatica.

L'allenatore dovrebbe mettere insieme la sua conoscenza tecnico-tattica, raccolta nel corso degli anni e le sue conoscenze fisiologiche in un programma di allenamento che serve a sviluppare il massimo potenziale dai suoi atleti.

I bravi allenatori sono quelli in grado di abbinare questi concetti applicandoli a situazioni reali.

## 3. RUOLO DELLA FISIOLOGIA DELL'ESERCIZIO NELLA PALLAVOLO

I giocatori di pallavolo per esprimersi al meglio durante tutta la competizione, devono essere molto allenati in diversi parametri fisici e fisiologici. Il muscolo deve essere forte, elastico, esplosivo, ben coordinato e capace di sostenere periodi di intenso sforzo fisico intermittente per due o tre ore. Oltre a questo, i pallavolisti devono essere in grado di recuperare lo sforzo in tempo per la partita successiva. Per fare tutto questo, i muscoli hanno bisogno del contributo dei sistemi di produzione di energia del corpo, dai mitocondri nelle cellule sino ai sistemi cardiovascolari e respiratori. La fisiologia permette all'allenatore di valutare il livello di condizione fisica dei giocatori e di disegnare programmi di allenamento che ne ottimizzano la performance.

Titolo

Valutazione ed allenamento delle qualità fisiche nella pallavolo

## 4. FISILOGIA DI BASE

### 4.1 Produzione di energia

#### 4.1.a Produzione di energia in presenza di ossigeno (aerobico)

I muscoli hanno bisogno di energia per funzionare. Quest'energia può derivare dalla scissione di diversi substrati in presenza di ossigeno. Come conseguenza di questo processo si riduce un sottoprodotto chiamato diossido di carbonio.

Glicogeno/glucosio+ADP+PI+O<sub>2</sub> → H<sub>2</sub>O+CO<sub>2</sub>+ATP

Acidi grassi liberi+ADP+PI+O<sub>2</sub> → H<sub>2</sub>O+CO<sub>2</sub>+ATP

La quantità di ossigeno che il corpo consume per minuto è il Consumo di Ossigeno (VO<sub>2</sub>). La massima quantità di ossigeno che può essere consumata al minuto dal corpo è il Massimo Consumo di Ossigeno (VO<sub>2 max</sub>). Quanto più pesante è il corpo tanto più ha bisogno di energia e quindi consuma più ossigeno. Il consumo di ossigeno può essere espresso in termini assoluti litri/minuti oppure in termini relativi se viene diviso per il peso corporale in ml/chili/minuti

#### 4.1.b Produzione di energia in assenza di ossigeno (anaerobico)

Il trasporto di ossigeno ai muscoli non è sempre sufficiente per soddisfare tutta la richiesta energetica del muscolo in modo totalmente aerobico. Questo accade principalmente all'inizio dell'esercizio, nel momento in cui c'è un rapido incremento della domanda di energia ed anche durante un esercizio molto intenso.

In questi casi i muscoli producono energia che attraverso processi che non richiedono ossigeno, ossia processi anaerobici di produzione di energia. Piccole riserve di energia (fosfageni), che sono presenti nel muscolo possono essere utilizzati per produrre energia rapidamente attraverso processi anaerobici.

1 • Adenosin-trifosfato(ATP) → Adenosin-difosfato(ADP)+fosforo inorganico(PI)+energia libera

2 • Fosfocreatina+ADP → Creatina+ATP

3 • Glicogeno/glucosio+PI+ADP → Lattato+ATP

L'energia può essere anche prodotta ad una alta scissione dei carboidrati (glicogeno), provocando come sottoprodotto di scarto di questa reazione lattato. Durante l'esercizio intenso e breve della durata di pochi secondi si produce una grande quantità di lattato.

### 4.2 Lattato

Una parte del lattato prodotto dai muscoli attivi viene liberato nel sangue, mentre il rimanente si accumula nei muscoli e può essere utilizzato come carburante per produrre energia in presenza di ossigeno. Quando l'intensità dell'esercizio aumenta, viene prodotto più lattato, quindi ce ne sarà una maggiore concentrazione nel muscolo e nel sangue.

### 4.3 Funzione del Muscolo

I muscoli e i sistemi muscolari permettono di muoverci, quindi una conoscenza di base della struttura e funzione del muscolo e anche la comprensione del significato dei concetti di forza e di resistenza muscolare sarà senz'altro utile per capire le limitazioni della prestazione fisica nella pallavolo.

Titolo

Valutazione ed allenamento delle qualità fisiche nella pallavolo

#### 4.4 Struttura muscolare

Il muscolo è formato da fibre muscolari che sono avvolte da tessuto connettivo, piccoli vasi sanguigni (capillari), nervi, grassi ed un fluido. Il muscolo è composto da diversi tipi di fibre. I capillari alimentano le fibre muscolari portando principi nutritivi ed ossigeno e rimuovono sottoprodotti metabolici.

#### 4.5 Fibre muscolari

Ci sono due tipi principali di fibre muscolari STF e FTF. Le STF producono tensione lentamente e sono capaci di lavorare per molte ore senza affaticarsi. Questo è dovuto al fatto che producono energia principalmente attraverso fonti aerobiche. Le FTF possono essere divise in Fta e Ftb. Le Ftb sviluppano tensione più velocemente che le STF, però hanno una resistenza più bassa. La resistenza delle Fta è intermedia tra le STF e le Ftb.

Nel muscolo la distribuzione di queste fibre (la proporzione dei diversi tipi di fibre) può variare a seconda dello sport praticato e del tipo di muscolo. Ad esempio i maratoneti, che possiedono una grande resistenza, sovente hanno una elevata percentuale di STF nei loro quadricipiti. Al contrario gli sprinters hanno una elevata percentuale di FTF nei loro quadricipiti perchè devono produrre una gran quantità di energia in breve periodo tempo.

Perchè atleti di élite hanno una distribuzione di fibre che si adegua alle richieste del loro sport? E' questo il risultato dell'allenamento o un fattore ereditario? La ricerca ci suggerisce che l'allenamento può minimamente modificare la proporzione tra le FTF e le STF, nonostante ciò l'allenamento di resistenza e l'allenamento di forza con carichi elevati possono trasformare le FTb in FTa. Sebbene le FTF non possono essere convertite in STF, la resistenza delle FTF può essere notevolmente migliorata a seguito di un programma di allenamento di resistenza. Così la resistenza di un soggetto molto allenato, con una alta percentuale di FTF può essere maggiore di un soggetto non allenato con una alta percentuale di STF.

#### 4.6 Enzimi muscolari

Nelle fibre muscolari ci sono diversi tipi di proteine alcune delle quali chiamati enzimi. Alcuni enzimi determinano l'abilità del muscolo per lavorare aerobicamente mentre altri regolano l'utilizzo degli acidi grassi. Entrambi sono chiamati enzimi della resistenza.

Gli enzimi sono fortemente influenzabili dall'attività, dopo una sosta di solo tre settimane nell'abituale allenamento le loro concentrazioni sono calate vistosamente. Dopo un periodo di 4 settimane di riallenamento il loro livello era ancora significativamente più basso in confronto ai valori prima della sosta. Questo dimostra che si fatica molto di più a riguadagnare resistenza che a perderla

#### 4.7 Collegamento tra i Nervi e i Muscoli

I muscoli sono attivati dai nervi. Il cervello manda impulsi al midollo spinale attraverso le fibre nervose. Questi impulsi sono trasmessi attraverso altre fibre nervose ai muscoli e quando essi raggiungono il muscolo avviene la contrazione.

La funzione del sistema nervoso può essere divisa in due componenti, automatica e volontaria. Se un qualche movimento è ripetuto molte volte può allora diventare automatico. Il cervello "accumola" modelli di movimento che possono essere richiamati ed utilizzati quando servono. Durante l'apprendimento del gesto, l'atleta ha bisogno di molta attenzione, ma più acquisisce confidenza più migliora la tecnica; l'applicazione del gesto durante il gioco diventerà automatica. Qualche volta può essere necessario fare degli aggiustamenti. Dopo essere stato volontariamente corretto, attraverso l'allenamento, il gesto viene archiviato nel cervello nuovamente ed utilizzato

Titolo

Valutazione ed allenamento delle qualità fisiche nella pallavolo

automaticamente. Il principale scopo dell'allenamento tecnico è quello di migliorare la coordinazione e far diventare il movimento automatico.

Quando il muscolo è rapidamente stirato si contrae senza ricevere segnali dal cervello; questo si chiama riflesso. Dopo che il muscolo è stato stirato, le cellule nervose al suo interno comunicano con le cellule nervose del midollo spinale e queste ultime inviano impulsi di ritorno ai muscoli facendole contrarre.

#### **4.8 Tipi di Azione Muscolare**

Alle estremità di ogni muscolo ci sono uno o più tendini che lo uniscono al sistema scheletrico. Durante la contrazione muscolare le estremità tendinee si avvicinano tra loro e le ossa a cui sono attaccate ruotano attorno all'articolazione.

I muscoli possono contrarsi in diversi modi. Durante una contrazione isometrica la lunghezza del muscolo non cambia. Un'accorciamento del muscolo durante la sua attivazione viene chiamato contrazione concentrica; abbiamo invece una contrazione eccentrica quando la lunghezza del muscolo aumenta. Sia la contrazione concentrica che eccentrica sono definite dinamiche in quanto prevedono qualche forma di movimento esterno.

#### **4.9 Forza Muscolare**

La forza muscolare è la massima forza che il muscolo può produrre in una posizione data o durante un certo movimento eseguito ad una certa velocità.

Diventa difficile dare una precisa definizione di forza muscolare in quanto essa dipende sia dal tipo che dalla velocità dell'azione muscolare. In genere la forza muscolare è maggiore durante una contrazione eccentrica. La forza isometrica è maggiore di quella concentrica e quest'ultima diminuisce man mano che la velocità di contrazione aumenta. Ad esempio durante il salto il quadricipite produce soltanto circa il 40% della forza generata durante una contrazione isometrica massima.

C'è una stretta relazione tra la forza e la possibilità di infortunio. Innumerevoli studi hanno dimostrato che giocatori con gambe più forti subivano un minor numero d'infortuni. Dopo un'infortunio è estremamente importante riacquistare la forza muscolare persa durante un periodo di inattività. In una ricerca, è stata valutata la forza muscolare durante il periodo seguente all'infortunio; i giocatori che avevano subito un intervento chirurgico al ginocchio due anni prima, avevano una forza nella gamba operata che era soltanto il 75% di quella sana. Questo ci dimostra che il processo di ricostruzione della forza non è stato adeguato e che questi giocatori erano esposti a potenziali nuovi infortuni.

#### **4.10 Resistenza Muscolare**

È l'abilità del muscolo di lavorare per un lungo periodo di tempo. È difficile darne una precisa definizione in quanto il sopraggiungere della fatica dipende dall'intensità e dal tipo di esercizio, per esempio isometrico e dinamico. Giocando a pallavolo la maggior parte dei gruppi muscolari lavorano dinamicamente, specialmente i tricipiti surali (polpacci) che sono pesantemente stressati. Quindi non risulta sorprendente che questi muscoli, nel caso di giocatori di alto livello, abbiano un'alta capacità di resistere alla fatica. Nella pallavolo, la resistenza isometrica è meno importante di quella dinamica perché le contrazioni isometriche raramente durano più di qualche secondo.

#### **4.11 Richiesta Fisica nella Pallavolo**

Le richieste della pallavolo possono essere divise in 4 componenti: tecniche, tattiche, sociali/psicologiche e fisiche.

## Titolo

Valutazione ed allenamento delle qualità fisiche nella pallavolo

Il giocatore di pallavolo ideale dovrebbe disporre di una buona comprensione tattica, essere bravo tecnicamente, forte mentalmente, rapportarsi socialmente bene con gli altri membri della squadra ed avere un'alta efficienza fisica. Nonostante ciò un giocatore potrebbe compensare certi limiti in alcuni di questi aspetti con altissimi livelli negli altri.

#### 4.12 Richiesta durante il Gioco

La pallavolo è riconosciuta come uno sport che richiede altissimi livelli tecnici e di intelligenza tattica per risolvere diverse situazioni di gioco. È estremamente importante per un giocatore essere in grado di eseguire movimenti esplosivi ed intensi per un lungo periodo di tempo (2 o 3 ore). La pallavolo è un gioco nel quale azioni di corta durata ma di altissima intensità sono seguite da periodi di pausa. Appare evidente che i giocatori spendano più tempo riposando che nelle fasi di gioco attivo. Viitasalo et al. 1987 analizzando partite tra gli Stati Uniti e la Russia e Manfredini, De Lellis (dati non precedentemente pubblicati) analizzando partite della prima divisione del Campionato Italiano, hanno trovato che la durata dell'azione era da 4 a 7 secondi (USA/URSS) e da 6 e 9 secondi (Campionato Italiano) mentre la durata del periodo di riposo era tra 9,5 e 12 secondi rispettivamente. Quando è stato analizzato l'impegno del singolo giocatore, è stato trovato che un'azione ad alta intensità (schiacciata, muro, servizio in salto, movimenti ad alta velocità utilizzando grandi masse muscolari) era eseguita ogni 22,3 sec. quando si giocava in prima linea ed ogni 41,7 secondi dalla seconda linea. Ipotizzando che un giocatore rimanga metà del tempo in prima linea e metà in seconda, può essere calcolato che un'azione ad alta intensità viene eseguita ogni 30 sec. circa. Viitasalo et al. hanno anche analizzato la frequenza di queste azioni ad alta intensità, provando che il 45% di queste azioni non fu seguito da un'altra azione durante i 20 sec. successivi, mentre il 40% era seguito da un'azione nei 20 secondi seguenti. De Lellis, Manfredini, Bettella 1990 hanno trovato che il palleggiatore eseguiva 31,5 salti per set di cui il 72% risultava massimale; un centrale ne eseguiva 45 di cui il 95% massimale, mentre uno schiacciatore, 35 con il 90% massimale. Dunque sorge evidente da queste rilevazioni statistiche la necessità di una programmazione specifica dell'allenamento per ogni ruolo (questo sarà trattato più avanti). Colpisce il fatto che un centrale faccia circa la metà del numero di salti totale dell'intera squadra. Concu et al. 1992 hanno trovato che il  $VO_2$  non superava il 60% del  $VO_{2\max}$  durante una partita di pallavolo (per la ricerca è stato utilizzato un rilevatore telemetrico portatile K2 - Cosmed Italy-). Viitasalo et al. 1997 hanno testato il  $VO_{2\max}$  e della Soglia Anaerobica, in condizioni di laboratorio in un gruppo di giocatori finlandesi. Avendo registrato i loro valori di Frequenza Cardiaca durante il gioco ed anche i valori di acido lattico durante la partita, essi concludono affermando che la FC durante la partita risultava essere sotto quella corrispondente ad SA durante l'80% della totale durata del match, 4% sopra e 15% uguale alla FC di soglia. Manfredini, De Lellis Bettella, hanno trovato risultati simili nel campionato italiano di prima divisione 83% sotto, 6% sopra e 10% uguale. Il valore di acido lattico alla fine della partita risultava vicino a quelli della SA (3,8 mmol/l). Il valore individuale più alto corrispondeva al palleggiatore (5,6 mmol/l) questi valori sono simili a quelli ottenuti da Manfredini, De Lellis (dati non pubblicati) alla fine di due partite della finale scudetto del campionato italiano (3,4 mmol/l), ed ancora una volta il valore più alto corrispondeva al palleggiatore (5,1 mmol/l). Kunstlinger et al. hanno riportato valori medi di 3,38 mmol/l alla fine di un incontro (il valore individuale più alto fu di 4 mmol/l).

#### 4.13 Metabolismo lattato

Considerare la pallavolo come uno sport anaerobico può essere sbagliato. Se questo fosse vero elevate concentrazioni di acido lattico dovrebbero trovarsi immediatamente alla fine di un incontro, cosa che non accade.

Oltre alle limitazioni della misurazione dell'acido lattico dopo uno sforzo, in rapporto al momen-

## Titolo

Valutazione ed allenamento delle qualità fisiche nella pallavolo

to in cui il prelievo viene effettuato ed al fatto che il valore del lattato sanguigno rispecchia un bilancio fra la produzione, la liberazione nel sangue e la sua rimozione, bisogna considerare altri fattori per valutare la validità del lattato nel sangue come un indicatore della produzione di lattato. Il lattato viene metabolizzato all'interno dei muscoli attivi, dopo l'esercizio molto intenso (Brooks, 1987, Nordheim e Vollestad, 1990, Bangsbo, 1991) e la velocità di metabolizzazione sarà elevata se fra i periodi di esercizio viene eseguita una attività a bassa intensità. Quindi non tutto il lattato prodotto apparirà nel sangue. Inoltre il lattato liberato dai muscoli attivi al sangue viene preso molto rapidamente da diversi tessuti quale il cuore, fegato, reni ed anche i muscoli inattivi (Brooks, 1987).

Un ulteriore problema è la durata dell'esercizio intenso, il quale può essere troppo corto per provocare un considerevole incremento del lattato sanguigno. Boobis, 1987 ha osservato che la concentrazione di lattato muscolare aumentava fino a 10 mmol/l durante uno sprint di 6 sec., mentre la concentrazione di lattato nel sangue era solo di 1,8 mmol/l e non eccedeva 5 mmol/l nel seguente periodo di riposo. Ugualmente, il lattato sanguigno era solo leggermente elevato durante ripetuti periodi di 5 minuti di esercizio intermittente ad alta intensità (Bangsbo, 1992). Il basso accumolo di lattato nel sangue è probabilmente dovuto alla sua limitata liberazione e alla sua grande diffusione (Rowell et al., 1966, Kreisberg et al. 1970, Hermansen e Stensvold 1972, Freund e Gendry 1978, Brooks 1985, Bangsbo 1993). Appare quindi evidente che i livelli di lattato nel sangue sottostimano la sua produzione come dimostrano i fattori appena discussi, una singola determinazione del lattato sanguigno non può essere rappresentativa della sua produzione durante l'intera partita. Essa può soltanto rispecchiare la produzione di lattato nel periodo di esercizio immediatamente precedente al prelievo, ma comunque sottostimandone il valore. Nonostante quest'ultimo elemento considerato, nella pallavolo i valori di lattato non sono così elevati da giustificare un significativo contributo energetico da parte della glicolisi anaerobica. La capacità anaerobica lattacida (l'utilizzazione e resintesi delle riserve di fosfageni ed ossigeno legato alla mioglobina) sembra essere più importante. Christensen, Hedman e Saltin 1960, hanno dimostrato che l'esercizio intermittente ad alta intensità poteva essere eseguito a lungo senza segni evidenti di affaticamento e basse concentrazioni di acido lattico. Questo scenario sembra essere quello più adatto per la pallavolo e ciò è supportato dal fatto che i periodi di pausa fra le azioni di alta intensità e quelle brevi, sono di 25 e 45 sec. mentre si gioca, rispettivamente, in prima e seconda linea. Dato che il tempo medio di risintesi della fosfocreatina è piuttosto corto (dai 20 ai 40 sec. Harris et al. 1976), sembra che durante i periodi di pausa si verifichi la risintesi dei fosfageni e il ripristino delle riserve di ossigeno consumate durante il lavoro aerobicamente. Inoltre, qualsiasi lattato prodotto durante i periodi di lavoro può essere metabolizzato durante le fasi meno intense (Hermansen e Stensvold 1972). Viitasalo et al. 1987 e Conlee 1982, hanno riportato una simile diminuzione del glicogeno sia in fibre lente che veloci, durante partite di pallavolo. questo potrebbe significare che le FTF sono utilizzate insieme alle STF durante le schiacciate, i muri e scatti, consumando fosfageni e lattato. Le STF probabilmente sono principalmente utilizzate durante i periodi di riposo, producendo energia aerobicamente; durante questi periodi di riposo in entrambe le fibre si ripristinano i fosfageni, le riserve di ossigeno e il lattato viene diffuso nel sangue, per essere in seguito eliminato.

Alla luce di tutto quanto discusso precedentemente, si potrebbe affermare che la pallavolo è un'attività aerobica a media intensità e di lunga durata, durante la quale i meccanismi anaerobici sono intermittenemente coinvolti.

Analizzando il contributo aerobico e la sua importanza durante una partita sembrerebbe che i giocatori di pallavolo abbiano bisogno di una relativamente alta potenza aerobica; questa, tradizionalmente, è rappresentata dal  $VO_{2\text{ max}}$ . Quindi, se l'intensità del gioco è alta, un elevato massimo consumo di ossigeno garantirebbe una buona riserva di produzione di energia aerobica, pro-

## Titolo

Valutazione ed allenamento delle qualità fisiche nella pallavolo

vocando un minor accumulo di lattato. Se il consumo di ossigeno durante il gioco è all'incirca il 60% del  $VO_{2\max}$ , se ne deduce che la SA è altrettanto importante; se questa è elevata la produzione di acido lattico viene inibita durante le fasi di gioco. Inoltre la rimozione di lattato e la sintesi di fosfageni diventano più rapide se la soglia e il consumo massimo sono elevate. Analizzando la durata di un incontro (fino a 3 ore), appare che la soglia anaerobica potrebbe addirittura essere più importante che il consumo di ossigeno, perchè l'intensità media del gioco sembra essere leggermente al di sotto dell'intensità corrispondente alla soglia anaerobica. Ulteriore evidenza della natura aerobica di questo sport è stata fornita da Kunstlinger, Ludwig e Stegman 1987, che hanno esaminato diverse concentrazioni metaboliche e ormonali alla fine di vari incontri. Gli Autori concludono che la pallavolo provoca quasi gli stessi cambiamenti metabolici di una prova di resistenza. Essi hanno trovato che le modifiche dovute all'esercizio nel lattato-glucosio, FFA e cortisolo, corrispondevano ai risultati ottenuti da Scheele ed al. 1975, dopo una corsa di 25 km. Le modifiche nelle catecolamine sembrano essere strettamente legate ai periodi di lavoro ad altissima intensità durante le partite. Essen 1978, ha dimostrato che l'esercizio intermittente ad alta intensità porta ad un incrementato metabolismo ossidativo e alla liberazione ed ossidazione degli acidi grassi, questi risultati sono simili a quelli ottenuti durante l'esercizio continuo.

Giacchè il rapporto lavoro-pausa nella pallavolo risulta essere 1 : 1 come anche nello studio di Essen, i bassi valori di lattato ed elevati di FFA trovati da Kunstlinger et al. 1987, sembrano avere la stessa spiegazione.

Nella pallavolo la lunga durata delle partite (60-180 min.) e di periodi di esercizio intenso possono provocare elevati livelli di catecolamine e cortisolo. La bassa concentrazione di lattato insieme alla risposta ormonale incrementerà la lipolisi del tessuto adiposo e la Beta-ossidazione del muscolo.

La marcata diminuzione del glicogeno muscolare alla fine di una partita evidenzia la necessità di un consumo elevato di carboidrati in modo tale da ripristinare le riserve di glicogeno quando i giocatori sono impegnati in manifestazioni con partite ravvicinate.