

# LE QUALITÀ MOTORIE CONDIZIONALI E IL CORPO UMANO

*trascrizione di due videocassette per uso didattico (ed. G. D'Anna)  
a cura di Francesco Galgani - [www.galgani.it](http://www.galgani.it)*

## Indice

<b>1</b>	<b>Le qualità motorie condizionali: Introduzione</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Le qualità motorie condizionali: La Forza</b>	<b>2</b>
2.1	Strutture anatomiche, cause fisiologiche e azione cinesiologica . . . . .	2
2.1.1	Strutture anatomiche . . . . .	2
2.1.2	Cause fisiologiche . . . . .	3
2.1.3	Azione cinesiologica . . . . .	3
2.2	Forza resistente, forza assoluta e forza veloce . . . . .	3
2.3	Sistemi per allenare la forza: carico naturale, esercizi specifici, sovraccarico . . . . .	3
2.4	La misurazione della forza . . . . .	4
<b>3</b>	<b>Le qualità motorie condizionali: La Resistenza</b>	<b>5</b>
3.1	Resistenza aerobica e anaerobica . . . . .	5
3.2	Sistemi per allenare la resistenza . . . . .	5
3.2.1	Allenamento globale . . . . .	6
3.2.2	Allenamento frazionato . . . . .	6
3.3	La misurazione della resistenza . . . . .	7
<b>4</b>	<b>Le qualità motorie condizionali: La velocità</b>	<b>7</b>
4.1	I tre tipi di velocità: di spostamento, di reazione, gestuale . . . . .	8
4.1.1	Velocità di spostamento o traslazione . . . . .	8
4.1.2	Velocità di reazione . . . . .	8
4.1.3	Velocità gestuale . . . . .	8
4.2	Sistemi per allenare la velocità . . . . .	8
4.2.1	Allenamento della velocità di spostamento . . . . .	8
4.2.2	Allenamento della velocità di reazione . . . . .	9
4.3	Misurazione della velocità . . . . .	9
<b>5</b>	<b>Le qualità motorie condizionali: La Mobilità</b>	<b>9</b>
5.1	Fattori che condizionano la mobilità . . . . .	10
5.2	Sistemi per allenare la mobilità . . . . .	10
5.2.1	Lavoro dinamico . . . . .	10
5.2.2	Lavoro non dinamico . . . . .	11
5.2.3	Altre considerazioni sui metodi di allenamento . . . . .	12

5.3	Misurazione della mobilità . . . . .	12
6	<b>Il corpo umano: Il sistema respiratorio</b>	<b>13</b>
7	<b>Il corpo umano: Muscoli e ossa</b>	<b>16</b>

---

## 1 Le qualità motorie condizionali: Introduzione

*Per praticare qualsiasi tipo di sport è necessario possedere alcune abilità, o capacità, che chiameremo **gesti tecnici**.*

*Per rendere tali gesti possibili, sarà necessario costruirli sulle base di alcune qualità fisiche. La qualità della condizione fisica può essere misurata valutando le unità di tempo, di massa o della loro combinazione. Chiameremo questi aspetti quantificabili che rendono possibile l'azione motoria **qualità fisiche** e chiameremo **preparazione fisica** lo sviluppo programmato delle qualità fisiche.*

*La preparazione fisica non riguarda solo la pratica sportiva: una condizione fisica deficiente o precaria può definire il confine tra la salute e la malattia. L'organismo ha bisogno di una condizione fisica accettabile per svolgere le attività quotidiane. Questo concetto ci aiuterà a comprendere i due diversi tipi di preparazione fisica: da una parte quella necessaria agli sportivi per le competizioni e che riguarda uno sport preciso (la **condizione fisica specifica**), dall'altra parte la **condizione fisica generica**, che riguarda le necessità del non sportivo, del giovane che non ha ancora acquisito una specializzazione o dello sportivo di élite in determinati momenti della sua preparazione.*

*Noi ci occuperemo soltanto della preparazione fisica generica, che costituisce la base per qualsiasi tipo di preparazione e condizione fisica. Le quattro qualità fisiche motorie, dette anche **condizionali**, che considereremo sono alla base della condizione fisica: **forza, resistenza, velocità, mobilità**.*

## 2 Le qualità motorie condizionali: La Forza

Qualsiasi azione sportiva, sia specifica che di base, come ad esempio mantenere il peso del nostro corpo, richiede la presenza della qualità fisica che tratteremo ora: **la forza**.

La capacità dei nostri muscoli di contrarsi provocando una tensione dà luogo al concetto di forza, che potremmo definire come *la capacità di vincere l'opposizione di una resistenza*. Per approfondire il suo studio, e da lì accedere alla conoscenza dei sistemi e delle tecniche di lavoro, è conveniente ripassare alcuni fondamenti elementari da i seguenti tre punti di vista.

### 2.1 Strutture anatomiche, cause fisiologiche e azione cinesiologica

#### 2.1.1 Strutture anatomiche

L'apparato locomotore sarà in definitiva quello che determinerà l'azione di forza. Da un punto di vista meccanico, confrontati con un qualsiasi apparecchio meccanico, gli elementi che intervengono sono:

*muscolo = motore*

*tendini = traino*

*ossa = leve*

*articolazione = giuntura*

*legamenti = molle*

## 2.1.2 Cause fisiologiche

Anche se la forza sembra apparentemente legata solo all'apparato locomotore, non va dimenticato l'intervento del sistema nervoso, che attraverso i nervi muscolari attiva il "motore", e dei suoi sistemi energetici, gli *apparati cardiovascolare e respiratorio*, che gli forniscono il carburante necessario al funzionamento.

## 2.1.3 Azione cinesiologica

Il terzo punto di vista, cioè l'azione cinesiologica, riguarda lo studio del corpo in movimento. Il muscolo può contrarsi, secondo la quantità di resistenza, in tre modi diversi:

1. *contrazione isotonica concentrica*  
forza > resistenza (il muscolo si accorcia)
2. *contrazione isotonica eccentrica*  
forza < resistenza (c'è differenza di tensione, ma il lavoro è negativo e il muscolo si allunga)
3. *contrazione isometrica*  
forza = resistenza (non c'è modificazione della lunghezza del muscolo, ma c'è differenza di tensione).

Dal punto di vista dinamico, i gruppi muscolari possono lavorare all'azione principale e in tal caso sono chiamati **agonisti**, quelli contrari, che con il loro rilassamento permettono l'azione dei primi, sono detti **antagonisti**. Infine, i muscoli che possono aiutare a fissare delle leve o strutture anatomiche, che partecipano secondariamente all'azione, sono detti **fissatori**.

## 2.2 Forza resistente, forza assoluta e forza veloce

Partendo dalla definizione di forza secondo la fisica, cercheremo di classificare la forza in tre categorie.

Quando si produce uno sforzo muscolare per un tempo prolungato, non utilizzando la massima forza e l'accelerazione, si parla di **forza resistente**. Quando lo sforzo muscolare è prodotto per vincere un'elevata o massima resistenza, e di conseguenza l'accelerazione è minima, si parla di **forza assoluta**. Infine, quando l'accelerazione tende ad essere o è massima, con un resistenza media, si parla di **forza veloce** (concetto molto vicino a quello di potenza, che potremmo definire come *la massima espressione della forza in relazione con il tempo*). Partendo da una situazione generica, si vuole costruire una forza di base, senza criteri di specializzazione, fino a giungere ad un concetto più sofisticato: una *forza specifica di carattere specialistico*; la strada è lunga, e su di essa incontreremo un certo numero di tecniche, che spiegheremo. Ora commentiamo i criteri di base di applicazione nel lavoro di allenamento muscolare.

## 2.3 Sistemi per allenare la forza: carico naturale, esercizi specifici, sovraccarico

### Carico naturale

Con il peso del nostro corpo e la forza di gravità, andiamo incontro a infinite situazioni che allenano la forza. Nessuno sportivo può lavorare con dei sovraccarichi se non riesce a dominare, in ogni circostanza, il suo peso naturale corporeo. Il materiale di supporto può aiutarci a localizzare l'esercizio in determinati gruppi muscolari o come incremento dell'intensità. E' fondamentale conoscere

le basi che sono state presentate all'inizio, per essere capaci di allenare tutti i gruppi muscolari che ci interessano e incrementare l'intensità del lavoro progressivamente.

### **Esercizi specifici**

Un modo corretto per allenare la forza degli arti inferiori senza sovraccarichi è quello dei salti multipli. Ma attenzione: anche in assenza di sovraccarichi può esserci uno sforzo di massima intensità. *Secondo il tipo e la condizione del salto, l'utilizzo o non di materiale di supporto, il numero delle ripetizioni e il recupero potremmo allenare, con questo tipo di formula, una o un'altra forza.* In particolare, attraverso esercizi specifici, alleneremo la forza resistente o la forza potenza. L'esercizio ginnico permette di lavorare su tutte le regioni del corpo e, secondo la condizione dell'esercizio all'interno di questo, su tutti i gruppi muscolari. Quando parliamo di preparazione generica dei muscoli, ci interessa notare che un più vasto repertorio di esercizi ci permetterà di rispettare il principio della multilateralità e quello di compensazione. L'allenamento muscolare deve essere indirizzato in maniera compensata a tutto l'organismo, senza privilegiare segmenti dominanti o gruppi muscolari più sollecitati in determinate pratiche sportive.

### **Sovraccarico**

Il lavoro di forza è efficace a condizione che la resistenza che si vince sia significativa. Quando l'organismo si adatta ad una resistenza, bisogna incrementare lentamente il carico, costituendo il principio fondamentale del sovraccarico: qualsiasi aggiunta che si apparta al peso corporeo naturale e alla forza di gravità rientra in questo concetto.

Un sistema di allenamento spesso utilizzato per l'incremento dei vari tipi di forza è *l'allenamento in circuito*. Questo allenamento serve sia per l'atletica leggera sia per i vari giochi sportivi e favorisce il raggiungimento di buoni risultati. Nell'allenamento muscolare generico, è più proficuo un maggior numero di esercizi che riguardino il massimo numero possibile di gruppi muscolari, anziché un maggior numero di ripetizioni con una minor quantità di esercizi.

La mobilità, come qualità complementare alla forza, deve essere allenata costantemente dopo ogni allenamento della forza. Essa determinerà uno scaricamento muscolare e dei tendini necessario per ottenere il massimo sfruttamento del lavoro muscolare.

## **2.4 La misurazione della forza**

La misurazione della forza non presenta problemi particolari, basterà scegliere bene le prove che misurino esattamente ciò che vogliamo conoscere, adeguandole alle nostre possibilità. Per questo abbiamo scelto tre test orientati rispettivamente alla forza degli arti superiori, di quelli inferiori e del busto.

1. *La flessione prolungata delle braccia* consiste nel seguente esercizio: una volta che si è in sospensione alla sbarra, bisogna mantenere la flessione delle braccia il più a lungo possibile, con la sbarra all'altezza del mento. Si comincerà a contare il tempo quando il soggetto raggiungerà la posizione di partenza senza dondolare il corpo e si fermerà il cronometro quando il mento toccherà la sbarra o scenderà sotto il livello di questa.
2. *Il test del salto in lungo da fermi* si eseguirà partendo da posizione eretta, con le gambe piegate in semi accosciata, i piedi dietro la linea di partenza e si concluderà a piedi uniti: si misurerà la distanza tra la linea di partenza e il punto più avanzato raggiunto con i piedi, eseguendo due prove e tenendo conto del miglior risultato.
3. Per realizzare *la prova degli addominali in 30 secondi*, il soggetto si distenderà per terra con le mani alla nuca e le gambe piegate a 90°: un compagno gli terrà fermi i piedi, si conterà il numero di volte che il petto toccherà le ginocchia in trenta secondi, ritornando ogni volta alla posizione di partenza. Si realizzerà una sola prova.

### 3 Le qualità motorie condizionali: La Resistenza

In termini generici, definiamo resistenza come *la capacità di realizzare, durante il maggior tempo possibile, un determinato sforzo*. Di solito si parla di resistenza quando si fa riferimento a sforzi molto prolungati e non la si considera, invece, in altri tipi di attività di minor durata. L'organismo umano, invece, affronta qualsiasi tipo di esercizio, selezionando il sistema di produzione di energia che utilizzerà. Schematizzando, ed in sintesi, potremmo dire che l'energia necessaria per il movimento si ottiene dalla **scomposizione degli alimenti**, fino a giungere ad una sostanza ricca di energia, che chiameremo *ATP*. Quando qualcuno inizia una attività fisica, lo fa grazie alla sue riserve di ATP nei muscoli: chiameremo questo processo **prima fonte di energia**. Successivamente l'ATP viene riprodotto grazie ad un'altra sostanza che si trova in forma libera nei muscoli e che si chiama *fosfato di creatina*: ha così origine la **seconda fonte di energia**, che prolunga di alcuni secondi la prima. Dopo un certo periodo di attività, l'ATP necessario verrà prodotto per mezzo del *metabolismo aerobico*, che fornirà la **terza fonte di energia**: in questo caso, l'apporto di ossigeno sarà uguale o maggiore rispetto alle necessità del muscolo. Se l'attività viene ulteriormente prolungata e intensificata, si ricorrerà alla **quarta fonte di energia**, fornita dal *metabolismo anaerobico lattacido*, così chiamato perché il prodotto di scarto del muscolo è l'acido lattico, che si forma quando l'apporto di ossigeno è minore delle necessità del muscolo: è a questo punto che compare l'affanno.

1<sup>a</sup> fonte di energia = riserva di ATP nei muscoli

2<sup>a</sup> fonte di energia = ADP + CP → ATP

3<sup>a</sup> fonte di energia = glucosio → ciclo di Krebs → metabolismo aerobico → ATP

4<sup>a</sup> fonte di energia = metabolismo anaerobico → ATP → acido lattico

#### 3.1 Resistenza aerobica e anaerobica

Partendo da questi concetti, è facile comprendere il senso della distinzione che operiamo nell'ambito della resistenza, distinguendola di due tipi.

Chiamiamo **resistenza aerobica** la capacità di prolungare per il maggior tempo possibile lo sforzo, utilizzando la terza fonte di energia, vale a dire attraverso il metabolismo aerobico: questo avviene quando gli sforzi sono di bassa intensità e lunga durata.

Chiamiamo **resistenza anaerobica** la capacità di ritardare nell'esercizio la comparsa dell'affanno per il maggior tempo possibile. Si possono osservare due tipi di resistenza anaerobica: la **resistenza anaerobica alattacida**, durante la quale non vengono prodotti scarti organici, né acido lattico, e che riguarda sforzi di breve durata, che vanno a consumare la prima e la seconda fonte di energia; la **resistenza anaerobica lattacida**, durante la quale viene prodotta acido lattico: si usa solitamente in esercizi di alta intensità e durante un periodo prolungato.

Una volta compresi tali concetti, ci interessa sapere in che modo possiamo migliorare la resistenza. A tale scopo parleremo di alcuni tipi di allenamento che, secondo le loro caratteristiche, svilupperanno maggiormente l'uno o l'altro tipo di resistenza.

#### 3.2 Sistemi per allenare la resistenza

- allenamento globale o naturale:  
*camminare, cross-passeggiata, corsa continua, fartlek, allenamento generale, corsa in salita*
- allenamento frazionato:  
*resistenza alla velocità, resistenza al ritmo, interval training, circuit training*

### 3.2.1 Allenamento globale

Camminare e correre sono senza dubbio gli elementi fondamentali per allenare la resistenza, e l'aria aperta è sicuramente la condizione migliore. *Quando uniamo, in un contesto naturale e in modo non sistematico, il camminare, il correre, l'esercizio ginnico e qualche gioco, stiamo facendo una cross-passeggiata.* Gli sforzi necessari saranno sempre di intensità medio-bassa. E' fondamentale che essi vengano svolti in sequenza, in modo che il corpo lavori con continuità, mantenendo le pulsazioni tra le 120 e le 140 al minuto. E' indispensabile controllare sempre le pulsazioni, per conoscere il livello del nostro sforzo.

*La corsa continua* elimina dal sistema precedente tutto ciò che non concerne la corsa ed esige, durante un tempo prolungato, le seguenti caratteristiche: l'intensità moderata, bassa-media, con un lavoro tra le 140 e 160 pulsazioni al minuto. E' importante che il ritmo sia uniforme, mantenendo sempre la stessa velocità. Il terreno deve essere morbido e pianeggiante. Il tempo di lavoro dipenderà dalle proprie possibilità di adattamento e dalla condizione fisica: può oscillare tra i 12 e i 15 minuti all'inizio, fino ad essere prolungato oltre i 45 minuti. Fondamentale, nell'apprendere questi sistemi, è **abituarsi a controllare la frequenza cardiaca**, che dovrà rimanere stabile.

Quando si possiede già un certo allenamento, è possibile rompere la monotonia della corsa continua e giocare con le corse in quello che viene chiamato *sistema fartlek*: il ritmo non sarà più uniforme ma variato, alla ricerca di ritmi elevati e ritmi più leggeri, durante i quali si fa il recupero in modo attivo. Come in precedenza, non ci si ferma mai del tutto. In questo caso, il terreno sarà accidentato, perché le salite e le discese aiuteranno a cambiare i ritmi di frequente. I cambiamenti di ritmo si effettuano su distanze varie. A seconda della qualità degli sforzi e del tempo di recupero attivo, il lavoro sarà più o meno anaerobico.

Quando insieme alla corsa si abbinano esercizi ginnici come i salti, le salite, i giochi con elementi del terreno e con i compagni, ma con un livello di intensità medio-alto e sempre continuato, parleremo di *allenamento generale*. Si tratta in questo caso di un lavoro a metà strada tra la resistenza aerobica e quella anaerobica. Per allenare la resistenza si può usare un terreno accidentato, con salite che avranno una lunghezza tra i 60 e i 200 metri, ma con dislivelli poco significativi. Mentre si sviluppa la resistenza generale ed organica, si migliora anche la resistenza specifica degli arti inferiori e la *capacità di impulso* (argomento di studio anche della velocità).

Se si vuole far predominare la resistenza aerobica, bisogna trasformare il lavoro in uno sforzo continuo di bassa intensità, con recupero attivo durante la pausa. Se al contrario si vuole allenare la resistenza anaerobica, bisognerà modificare l'intensità, il dislivello della salita, il tempo e il modo di recupero.

### 3.2.2 Allenamento frazionato

Fino ad ora abbiamo parlato di sistemi di allenamento globale, durante il quale è al massimo permesso un recupero attivo diminuendo l'intensità dello sforzo. Per incrementare il lavoro totale, in quantità o qualità, esiste anche la possibilità di *frazionare* tale allenamento, permettendo allo sportivo di prendersi una pausa, o un recupero, tra un sforzo e l'altro. Siamo dunque di fronte ai *sistemi di allenamento frazionato*, dei quali i più frequenti sono la *resistenza alla velocità* e la *resistenza al ritmo*.

Vediamo un esempio di uno dei sistemi frazionati di allenamento: modificando la qualità e la quantità del lavoro, si miglioreranno i vari tipi di resistenza. Ad esempio, lo sportivo percorre 100 metri all'80% delle sue possibilità massime: la prova si ripeterà per 5-10 volte, con una pausa tra l'una e l'altra, ricominciando quando le pulsazioni sono ritornate a circa 120 al minuto.

Se invece di parlare di distanze di corsa, pianifichiamo degli esercizi con intensità determinate e tempi di lavoro stabili o numero di ripetizioni, saremo in presenza dell'ultimo sistema specifico della resistenza, cioè il *circuit training* (o *allenamento in circuito*). Esso consiste nel disporre un percorso

con un numero variabile di stazioni, in cui si dovrà compiere un numero determinato di ripetizioni o rimanervi per un tempo stabilito; poi si passerà al seguente esercizio e così successivamente, fino a percorrere tutto il circuito. Può essere organizzato con partecipazioni individuale o a coppie o a piccoli gruppi, e potranno essere applicate, insieme alla resistenza, altre qualità che ci interessano, compresi i contenuti tecnici. Di solito, tra un esercizio e l'altro non c'è recupero, ma soltanto alla fine del circuito si concede una pausa, durante la quale il soggetto recupera dallo sforzo. Il numero di serie del circuito dipende dal tipo di allenamento che stiamo facendo.

Oltre agli esercizi classici che abbiamo illustrato, qualsiasi altra attività che implichi sforzi simili a quelli che abbiamo descritto, servirà come strumento non specifico di sviluppo della resistenza, ad esempio *l'esercizio fisico continuato, che non prevede pause prolungate, il gioco, che, secondo le sue regole e il controllo eseguito dall'insegnante, svilupperà una o un'altra qualità, l'attività sportiva e il tempo trascorso all'aperto.*

### 3.3 La misurazione della resistenza

Rappresenteremo molto velocemente alcune prove che ci serviranno per valutare il livello di resistenza di una persona e i suoi miglioramenti: ci concentreremo fundamentalmente sulla resistenza aerobica e su quella anaerobica lattacida, con prove che possono essere facilmente eseguite in ambito scolastico, a prescindere dunque da altri metodi di laboratorio sicuramente più affidabili.

Il **test di Cooper** consiste nel percorrere in 12 minuti la maggiore distanza possibile. Se l'atleta non riesce a correre per tutto il tempo, può concludere la prova camminando. E' un test facilmente realizzabile nella scuola ed è possibile, se lo si reputa conveniente, modificare il numero dei minuti. Un altro test molto simile, consiste nello stabilire una distanza qualsiasi e registrare il tempo che ciascuno atleta impiega per percorrerla.

Infine, una prova molto facile da eseguirsi in qualsiasi cortile scolastico o palestra è quella chiamata *corsa navetta*: consiste nel resistere il maggior tempo possibile, percorrendo una distanza stabilita ad un ritmo scandito da un segnale sonoro, che diviene sempre più veloce. La prova termina quando l'atleta non giunge a toccare il segno dei 20 metri, per due volte di seguito, primo dello scadere del segnale acustico.

A livello scolastico, valorizzeremo soprattutto la resistenza aerobica, che è la base di ogni allenamento. Il consiglio è di non allenarla mai in condizioni negative, perché sono infinite le possibilità di allenarsi in questo ambito divertendosi. Cercate di correre sempre in compagnia: *è utile verificare che non si sta superando la barriera critica della resistenza anaerobica finché si riesce a parlare con il proprio compagno.* Il controllo delle pulsazioni è molto importante: rilevatele sempre dal polso, dal collo o dal petto. Non prendete in considerazione il pollice perché, avendo una sua specifica pulsazione, potrebbe indurvi in errore.

[...]

Esistono due principi di base: la **progressione** (*ogni giorno un passo in più*) e la **continuità** (*ogni giorno un po' di allenamento*).

## 4 Le qualità motorie condizionali: La velocità

Per la fisica, *la velocità è il rapporto tra lo spazio percorso e il tempo impiegato a percorrerlo.* Ma questo non è sufficiente per conoscere i fondamenti di questa qualità fisica e le tecniche che la sviluppano.

Nell'ambito sportivo, il termine velocità risulta molto generico: occorre dunque parlare di tre concetti diversi, che possono però sovrapporsi.

## 4.1 I tre tipi di velocità: di spostamento, di reazione, gestuale

### 4.1.1 Velocità di spostamento o traslazione

Per fare una corsa di 100 metri, alla velocità di 36 km/h, si dovrà effettuare una falcata di 2,5 metri, con una frequenza di falcata di 4 falcate al secondo. Parliamo dunque di due grandi componenti della velocità di spostamento: **ampiezza e frequenza di falcata**.

La prima dipenderà da altri fattori: la capacità di impulso, la lunghezza delle leve, l'elasticità e il rilassamento dei muscoli, la corretta esecuzione tecnica.

La seconda componente, la frequenza, *dipenderà dalla corretta esecuzione tecnica*, che elimina qualunque gesto superfluo o inefficace, *e da altri fattori che influiscono direttamente sul funzionamento del sistema nervoso dello sportivo*: la velocità di trasmissione dell'impulso nervoso e la velocità di contrazione del muscolo.

Sommando tutti questi fattori, otterremo un'ampiezza e una frequenza di falcata ottime, il cui risultato sarà la massima velocità e spostamento.

### 4.1.2 Velocità di reazione

Dalla posizione statica in cui iniziamo lo spostamento, fino a quando il corpo inizia la sua traslazione nello spazio, esiste un tempo determinato da quella che viene chiamata *velocità di reazione*.

Se ai concetti indicati precedentemente (velocità di trasmissione dell'impulso nervoso e velocità di contrazione del muscolo), sommiamo il tempo necessario a percepire ciascuno stimolo o gruppo di stimoli, siamo davanti al concetto di *tempo di reazione*.

Il tempo minimo necessario da quando si riceve lo stimolo fino a quando compare la risposta, è quello che chiamiamo *velocità di reazione*.

Nello sport la velocità di reazione è fondamentale ed è spesso l'inizio della velocità di spostamento.

### 4.1.3 Velocità gestuale

Infine, possiamo parlare di un tempo chiamato *velocità gestuale*, che corrisponde al tempo di realizzazione di un gesto tecnico qualsiasi.

*Fondamentali sono dunque la velocità di reazione, quella di spostamento, se esiste, e soprattutto l'efficace apprendimento della tecnica del gesto. Abbiamo così completato la descrizione della velocità.* Presenteremo adesso alcune tecniche di allenamento dei tre tipi di velocità, insieme ad alcuni dettagli su questa qualità.

## 4.2 Sistemi per allenare la velocità

### 4.2.1 Allenamento della velocità di spostamento

Per allenare la velocità di spostamento, si possono utilizzare le *serie corte* e la *velocità facilitata di spostamento*.

Le *serie corte* consistono nel correre alla massima velocità, al 100%, una distanza determinata, normalmente tra i 20 e i 60 metri. In una stessa sessione, si possono percorrere da 3 a 7 ripetizioni, con una pausa tra ogni ripetizione, che permetterà il recupero totale sia delle riserve energetiche, sia dell'affaticamento del sistema nervoso, che qui viene sottoposto ad un sforzo massimo.

Con le stesse caratteristiche delle serie corte, la *velocità facilitata* si realizza su un piano inclinato, ottenendo così un'intensità di lavoro superiore al 100%: l'atleta potrà raggiungere, per alcuni metri, una velocità superiore a quella sviluppata sulla stessa distanza in piano. Normalmente in questo sistema è necessario un ritmo progressivo per raggiungere tale super-massima velocità, in uno spazio da 10 a 15 metri. È importante che l'inclinazione non sia eccessiva e che il terreno non presenti



irregolarità.

Esistono altri metodi per ottenere una velocità super-massima, tenendo presente, come abbiamo detto precedentemente, che insieme alla capacità di impulso influisce anche l'ampiezza della falcata.

#### **4.2.2 Allenamento della velocità di reazione**

La velocità di reazione verrà allenata con sistemi specifici: *partenze, giochi combinati e situazioni sportive ridotte*.

##### *Partenze*

Con la comparsa dello stimolo, la reazione sarà immediata; le distanze da percorrere sono minime, l'unico elemento necessario è la massima prontezza nella reazione e nella partenza. Attenzione: non fermate la corsa in modo brusco, è necessario rallentare gradualmente in modo da evitare lesioni muscolari dovute ad una violenta azione di frenata. Nella partenza, sarà fondamentale il massimo grado di attenzione e concentrazione. L'allenatore può cercare di distrarre gli atleti con altri stimoli esterni, per far sì che essi sappiano discriminare e selezionare correttamente lo stimolo.

##### *Giochi combinati*

Altri materiali e metodi, come quello di abbinare dei giochi, ci serviranno per sviluppare la velocità di reazione. Ogni movimento necessita di velocità di reazione non solo nella fase iniziale, ma anche successivamente. I metodi possono essere molto semplici ed avere risposte inequivocabili o più complesse con diverse opzioni. La velocità di reazione non deve per forza misurarsi partendo da una posizione che prevede di avere i piedi poggiati a terra: la fase di volo, in tutte le attività sportive e quotidiane, esige molte volte degli adattamenti e risposte immediati, per far fronte alla comparsa di uno stimolo imprevisto.

##### *Situazioni sportive ridotte*

Altre situazioni, in molti casi sportive, ma ridotte, comprendono la velocità di reazione non all'inizio del lavoro, ma come adattamento ad esso. Ad esempio, si pensi alla rapida reazione necessaria ad afferrare il frisbee, nella sua evoluzione imprevedibile nell'ultima fase di volo.

La velocità massima di un gesto, si mantiene per 6-7 secondi, quando si superano non è eseguito alla massima velocità, ma la conoscenza ottimale della tecnica lo rende altrettanto efficace.

### **4.3 Misurazione della velocità**

Per misurare la velocità, presenteremo ora in modo sommario alcuni test che ci mostrano rispettivamente la velocità di spostamento, la velocità gestuale generica, la velocità di reazione e, abbinate, la velocità di spostamento e la velocità di reazione.

La *prova sprint 10 x 5 metri*, consiste nel percorrere, per 10 volte, 5 metri nel minor tempo possibile, calpestando la linea prima di cambiare direzione. Il cronometro si attiva quando lo sportivo inizia volontariamente lo spostamento, il terreno sarà ben segnalato e non scivoloso. Il test si esegue una sola volta.

La *prova dei 50 metri*, consiste nel percorrere, alla massima velocità, 50 metri piani con partenza da fermo. Si fa partire il cronometro quando l'allenatore abbassa la mano e si ferma quando viene raggiunto il traguardo. Anche in questo caso è permesso un solo tentativo.

## **5 Le qualità motorie condizionali: La Mobilità**

Definiamo comunemente "agilità" la capacità di realizzare un'azione o una somma di azioni con il massimo risparmio di energia, compiendo facilmente attività che, a dire il vero, esigono un buon grado di forza, velocità e saltuariamente resistenza, oltre ad un'alta coordinazione.

Definire la *mobilità articolare*, detta anche *flessibilità o elasticità*, non è difficile, ma comprendere veramente il significato di questa qualità fisica risulta piuttosto complesso. *Per mobilità intendiamo la capacità di realizzare movimenti con la massima ampiezza possibile in una determinata articolazione.*

E' l'unica qualità fisica che, invece di presentare un'evoluzione progressiva, parallela allo sviluppo del soggetto, va incontro ad una chiara involuzione dalla nascita fino alla vecchiaia. Questa involuzione può essere solo rallentata con l'allenamento, ma non può mai invertire il suo senso discendente.

## 5.1 Fattori che condizionano la mobilità

La mobilità è condizionata da numerosi fattori, *alcuni dipendono dal soggetto stesso e altri dalla realtà esterna.* Tra i primi, troviamo: **l'ereditarietà genetica, il sesso e l'età.** Questi tre fattori non sono modificabili, invece non è così per quanto riguarda la realtà esterna.

Fattori esterni alla mobilità:

- **tipo di attività;**
- **ora del giorno;**
- **temperatura esterna;**
- **temperatura interna.**

### Tipo di attività

Un'attività eccessivamente sedentaria o che esiga un lavoro continuo di forza, non compensato, sottrarrà sicuramente mobilità alle articolazioni.

### Ora del giorno

E' facile anche verificare che quando ci svegliamo, oppure verso sera, le articolazioni sono meno mobili che durante la giornata.

### Temperatura esterna e interna

La temperatura dell'ambiente esterno influisce negativamente sul calore del muscolo e sulla mobilità articolare: con il riscaldamento, aumenta la temperatura interna dell'organismo, producendo una maggiore mobilità articolare.

La mobilità articolare dipende da quelli che chiamiamo *elementi statici*, vale a dire **articolazioni e legamenti.** L'elasticità muscolare dagli *elementi dinamici*, che sono i **muscoli ed i tendini.** Gli elementi dinamici limitano in parte il movimento che potrebbero avere le articolazioni, ma nello stesso tempo le rinforzano. L'elasticità muscolare dipende essenzialmente dalla costituzione del muscolo e in particolare dalla sua capacità di allungamento.

## 5.2 Sistemi per allenare la mobilità

Possiamo riassumere tutte le tecniche di allenamento della mobilità in due grandi insiemi: "**lavoro dinamico**" e "**lavoro non dinamico**" (o **stretching**).

### 5.2.1 Lavoro dinamico

Si può dire che il *sistema attivo* si basa sull'esercizio ginnico tradizionale ed è caratterizzato dal movimento continuo, senza fasi statiche. Ha il fondamentale pregio di esigere continuamente il controllo coordinato dello sportivo, per questo è raccomandabile fin dalle prime esperienze motorie.

Gli esercizi possono essere svolti individualmente o a coppie e le tecniche di base per l'allenamento sono: **gli slanci, le pressioni e le trazioni**. Gli esercizi possono essere realizzati con o senza il supporto di attrezzi o materiali che li facilitino, ad esempio cerchi, palle, spalliere, ecc.. *Una caratteristica importante di questa qualità è che non può esistere collegamento tra una articolazione e l'altra, vale a dire che, se stiamo lavorando sulla spalla, il bacino non è coinvolto nell'esercizio: sarà dunque necessario conoscere bene tutte le articolazioni e i gruppi muscolari su cui si desidera intervenire, e localizzare esattamente gli effetti di ciascun esercizio.*

Gli *arti superiori* comprendono le articolazioni delle spalle, i gomiti, i polsi, le articolazioni tra le falangi della mano e tutti i gruppi muscolari che partecipano al loro movimento. Per individuare gli esercizi è necessario conoscere la struttura dell'organismo. In ogni momento, deve esserci un massimo controllo dei movimenti, sia per evitare lesioni, sia per localizzare correttamente l'effetto. E' necessario che tutti gli esercizi siano svolti da una corretta posizione di partenza. Bisogna sempre lavorare su entrambi i sensi del movimento, impiegando, per ciascun lato, lo stesso tempo. L'uso dei materiali di supporto sarà sempre valido, perché incrementa l'intensità degli esercizi. E' importante ricordare che anche in presenza di attrezzi deve esserci il massimo controllo del movimento.

Il *busto* comprende l'articolazione del collo e ovviamente tutte quelle corrispondenti alla colonna vertebrale. Gli esercizi possono essere molto analitici e concentrarsi esclusivamente su una parte del corpo oppure a carattere più ampio e comprendere diverse articolazioni, abbinando anche le parti che qui sono state divise per chiarezza di presentazione. E' consigliabile iniziare sempre con esercizi semplici, analitici, di poca intensità ed andare a incrementarla, per poi passare ad esercizi globali di maggiore complessità.

Negli *arti inferiori* sono compresi il bacino, le ginocchia, le caviglie e le articolazioni delle falangi dei piedi. La zona che si allena deve essere rilassata; il vero lavoro comincia dopo si trova un limite al movimento: da lì bisogna partire per ottenere la massima mobilità articolare, provocando maggior tensione nel muscolo, senza mai giungere alla sensazione di dolore.

Parlando delle tecniche base, dobbiamo accennare al *rimbalzo* e all'*insistenza*. Se per rimbalzo intendiamo un movimento contrario a quello dell'esercizio, con il fine di ottenere l'inerzia per la seguente ripetizione, preferiamo eliminare dalle nostre tecniche questo elemento ed utilizzare al suo posto l'insistenza, che significa progredire nel senso del movimento, partendo dalla posizione che si è riusciti a raggiungere. *Il rimbalzo impedisce il controllo del movimento e può essere all'origine di gravi lesioni muscolari.*

Il lavoro a coppie può essere simultaneo (entrambi in contemporanea) o alternativo (uno lavora e l'altro no). Il compagno può essere o un punto di riferimento per l'allenamento o colui che definisce l'intensità. In questo caso il suo lavoro è fondamentale: deve aiutare in perfetta sintonia, ma è colui che realizza l'esercizio, che dirige ed orienta il ritmo e l'intensità. E' necessario evitare scherzi quando si aiuta qualcuno nello svolgimento dell'esercizio, perché potrebbero essere causa di lesioni.

### **5.2.2 Lavoro non dinamico**

Alcune delle considerazioni fin qui sottolineate, ci servono anche per il secondo tipo di lavoro: quello non dinamico, comunemente chiamato *stretching*. A differenza del lavoro dinamico, qui esiste movimento apparente solo per raggiungere la posizione corretta. Si cercherà la posizione desiderata e si arriverà in pochi secondi ad un grado di tensione considerevole, che dovrà essere mantenuto tra i 15 e i 35 secondi. Ogni esercizio che si effettua su un lato, non avrà alcun tipo di ripercussione sull'altro: è importante dunque allenare sempre entrambi i lati. Ogni articolazione, ogni gruppo muscolare possiede una posizione che è il punto di partenza del lavoro da effettuare. E' importante conoscere bene queste posizioni per poter localizzare in maniera corretta il lavoro: per esempio, se in un esercizio di allungamento non stendiamo completamente le gambe, esso non avrà l'effetto desiderato. Ogni esercizio verrà ripetuto dalle due alle quattro volte. Cercate di volta in volta di aumentare

l'ampiezza del movimento, giungendo sempre al punto critico di tensione (*attenzione: non arrivate mai a provare dolore!*). Nello stretching non è molto frequente l'uso di materiali di supporto, anche se talvolta ci si può ricorrere: il pavimento, i muri, le spalliere possono essere elementi utili per svolgere gli esercizi. Il grado di tensione e la mobilità ottenuti sono del tutto individuali: ogni persona avrà dunque il suo ritmo e la sua intensità di lavoro. Quando in questi esercizi collabora un compagno, bisognerà trovare un'assoluta sintonia: sarà colui che è sottoposto alla tensione a dare ordini e le sue indicazioni dovranno essere rispettate con il massimo scrupolo.

Quel che è già stato detto a proposito della resistenza, può servirci ora per la mobilità. E' molto importante che l'allenamento sia fatto con *continuità* e non solo "ogni tanto". Di solito gli esercizi di stretching sono facilmente eseguibili anche in condizioni di spazio limitato e ciò consente di svolgerli in qualsiasi situazione. Lo stretching non è né migliore né peggiore della tecnica dinamica. Ogni forma di allenamento ha i suoi vantaggi e i suoi inconvenienti: proprio per questo è meglio abbinarle per ottenere una buona mobilità. E' dunque opportuno iniziare sempre ogni sessione di stretching con un piccolo repertorio di lavoro dinamico.

### 5.2.3 Altre considerazioni sui metodi di allenamento

Come abbiamo detto, uno dei principi fondamentali dell'allenamento è la **continuità**: è fondamentale comprendere che il lavoro di un giorno non serve a nulla, se poi non si continua ad allenarsi. Il problema della mobilità è che gli esercizi ad essa relativi non sono molto attraenti, per cui a volte risulta difficile portare avanti tale principio.

Lo stesso vale per il secondo principio: la **stimolazione volontaria**. Spesso è molto più proficuo l'allenamento con motivazione e interesse nel realizzarlo correttamente, che non quando viene svolto per obbligo.

I **programmi individuali** costituiscono un tipo di allenamento molto interessante per lo sviluppo della mobilità. Abbiamo detto che ogni persona possiede un livello particolare di mobilità nelle sue articolazioni: la cosa migliore sarà dunque personalizzare al massimo l'allenamento. Le lezioni o gli allenamenti non dovranno dipendere esclusivamente dal professore o dall'allenatore, ma potranno essere personalizzati: ogni allievo eseguirà il proprio programma di allenamento seguendo il proprio ritmo. Questo metodo aiuterà a far sì che il lavoro non si svolga solo durante la lezione o l'allenamento, ma possa essere sviluppato individualmente in altri momenti. Quanto detto non vale soltanto per la mobilità, ma per qualsiasi altra qualità motoria.

Ogni scheda, oltre al programma di allenamento, conterrà uno spazio su cui l'atleta potrà annotare il suo rendimento e opportune osservazioni, che poi riferirà al responsabile.

## 5.3 Misurazione della mobilità

Ogni soggetto presenta mobilità diversa, che la continuità dell'allenamento può lievemente migliorare. Inoltre la mobilità è facilmente misurabile.

Ad esempio, la *flessione del busto in avanti da seduto* permette di definire la mobilità della regione lombare e il conseguente allungamento dei muscoli posteriori della coscia.

*Flessione dietro-basso del busto*: è un test di misurazione globale della mobilità, in quanto vi partecipano sia il busto che gli arti. Si esegue utilizzando un oggetto a forma di parallelepipedo, che va spostato all'indietro su segni che misurano l'ampiezza dello spostamento. L'atleta si sistema con entrambi i piedi in modo che i talloni non superino i segni di riferimento e, flettendo il busto con le braccia che retrocedono in mezzo alle gambe, cercherà di spostare l'attrezzo il più lontano possibile con entrambe le mani, alla stessa altezza e senza spingerlo bruscamente. In questi due test, è facile intuire che il grado di mobilità e la lunghezza degli arti influiranno molto sulla prova, per cui un confronto fra i vari allievi avrà una relativa validità.

In un altro esercizio, che misura la mobilità degli arti superiori, troviamo una soluzione per poter meglio confrontare i risultati tra diversi allievi. Il materiale utilizzato consiste in un bastone e in un metro: afferrato il bastone, bisogna farlo arrivare più volte, con circonduzioni a braccia tese, a toccare il dorso, riducendo ogni volta la distanza fra le mani. Si ripeterà finché non sarà più possibile, quindi si misurerà la minima distanza ottenuta fra le mani. In questo modo, si potrà applicare una formula matematica, che permetterà di eliminare l'influenza sia della larghezza delle spalle, sia della lunghezza delle braccia.

*La mobilità si presenta dunque come una delle qualità fondamentali che contribuisce a migliorare la condizione fisica generale della persona e influisce specialmente su aspetti concreti, come evitare lesioni in ambito sportivo e ritardare la degenerazione e l'atrofizzazione dell'apparato locomotore, dovute all'inevitabile involuzione della senilità o alla vita sedentaria.*

Un luogo comune che è bene sfatare è la credenza che mobilità e forza siano due qualità incompatibili, che si intralciano l'una con l'altra. Non solo non è così, ma è possibile parlare del fenomeno contrario: **la mobilità e la forza sono complementari**. Un buono sviluppo muscolare è possibile solo con il massimo sviluppo della capacità elastica dei muscoli e ciò, come abbiamo detto, si ottiene con l'allenamento specifico della mobilità.

## 6 Il corpo umano: Il sistema respiratorio

*Nel nostro corpo, c'è un laboratorio particolare che prende ossigeno dall'aria 12 volte al minuto, per 24 ore al giorno e lo invia ai nostri 60 miliardi di cellule. Non ha mai bisogno di ricariche, è autopulente, si ripara da solo ed è così affidabile che può funzionare ovunque: è il sistema respiratorio.*

Moltissime civiltà antiche pensavano che la respirazione fosse legata ai misteri del mondo spirituale e il respiro veniva considerato come un alimento dell'anima.

Abitualmente non ci accorgiamo di respirare, salvo quando sorgono dei problemi.

Il nostro corpo ha bisogno di ossigeno per produrre calore ed energia: i polmoni lo selezionano dall'aria e lo cedono al sangue.

Per John Fitzgerald, campione di nuoto, la possibilità di avere a disposizione una cospicua quantità di ossigeno è un fattore decisivo. Per questo, l'intenso programma di allenamento di John prevede un test a cronometro. Durante la prova sui 1500 metri, le cellule muscolari dell'atleta avranno bisogno di una enorme quantità di ossigeno. I muscoli sono pronti perché allenati, ma bisogna mettere alla prova la funzionalità dei polmoni.

I polmoni, un miracolo dell'evoluzione per la loro efficienza, riempiono il 90% del torace; sono organi leggeri e spugnosi, perché il loro interno è costituito da milioni di minuscoli canali, attraverso i quali passa l'aria. Se la loro superficie si potesse distendere, si coprirebbe un'area estesa quanto un campo da tennis, tuttavia, nella loro totalità, pesano poco più di un chilogrammo. Attorno ai minuscoli canali, vi sono i vasi sanguigni che assorbono l'ossigeno dall'aria inspirata.

In questo bimbo appena nato, si è messa in moto la macchina respiratoria, che funzionerà per decenni senza fermarsi.

Nel corso della sua esistenza, un uomo respira oltre 400 milioni di volte grazie ad un semplice sistema muscolare. Quando inspiriamo, i muscoli intercostali ampliano la gabbia toracica spingendola verso l'alto, mentre un muscolo a cupola posto sotto i polmoni, il diaframma, si abbassa: questi due movimenti fanno espandere i polmoni. Quando espiriamo, ci limitiamo a rilassare i muscoli e l'aria viene espulsa automaticamente.

Il delicato interno dei polmoni può venire danneggiato facilmente. In una grande città, dove l'inquinamento ambientale è molto elevato, si possono inspirare oltre un miliardo di particelle microscopiche di smog in un solo giorno, il che equivale a fumare alcune sigarette. Il nostro organismo è

però dotato di alcune difese: i peli situati nelle narici trattengono il polline e le particelle di smog più grosse; più in alto, l'interno del naso è rivestito da una membrana umida; inoltre ghiandole speciali secernono il muco, un liquido appiccicoso che blocca la polvere. Questo liquido viene spinto in gola da microscopici peli. Ma quando fa freddo i peli hanno minore forza e il muco in eccesso trabocca, facendo colare il naso. Questo sistema difensivo ha un altro svantaggio... Nuotando, John ha bisogno di inspirare ossigeno molto rapidamente per alimentare i muscoli, quindi respira dalla bocca per fornire ai polmoni un maggiore afflusso d'aria: questa però non incontra filtri atti a trattenere le sostanze inquinanti.

Le cavità nasali e quella orale si congiungono in fondo alla gola, poco sopra la laringe. L'accesso alle vie respiratorie è protetto da una robusta membrana, l'epiglottide, che impedisce al cibo e ai liquidi di scendere nei polmoni. Quando espiriamo, invece, spingiamo l'aria al di sopra dell'epiglottide.

Quando i muscoli lavorano maggiormente, hanno bisogno di metabolizzare più ossigeno. Il metabolismo è una sorta di combustione interna, che fornisce energia ai muscoli e mantiene costante la temperatura corporea. Come effetto del metabolismo, si produce l'anidride carbonica, un gas che dalle cellule passa nel sangue venoso, trasportato nei polmoni, dove viene eliminato durante l'espirazione. Sotto la laringe si trova la trachea, che è costituita da rigidi anelli di cartilagine e all'interno è rivestita di minuscoli peli, che spingono il muco impregnato di sporcizia verso la gola. Quando ci schiariamo la gola, o tossiamo, il muco viene spinto verso l'alto.

I polmoni hanno un'importanza vitale, ma qualche volta ce ne serviamo per operazioni non essenziali, come ad esempio gonfiare un materassino.

Quando si soffia a pieni polmoni vengono emessi fino a 5 litri d'aria, 10 volte la quantità di una normale espirazione. In condizioni abituali, infatti, pompiano dentro e fuori dai polmoni circa mezzo litro di aria 15 volte al minuto, quindi, nel corso della vita, attraverso i polmoni passano in media  $370000\text{ m}^3$  di aria, un volume pari a quello di uno stadio di calcio.

Gli atleti come John hanno capacità respiratorie superiori alla media, il loro fisico deve essere continuamente tenuto in allenamento e al massimo della condizione. I polmoni di John sono in ottima forma: riesce ad espirare addirittura 6 litri e mezzo di aria, dimostrando una capacità polmonare superiore di oltre un litro a quella di una persona normale. Ma anche dopo una simile espirazione, i suoi polmoni contengono ancora 250 ml di aria, infatti una minima riserva di ossigeno resta sempre negli alveoli. Poiché la scienza può aiutarci a raggiungere le massime prestazioni consentite al nostro organismo, l'allenamento di John viene sottoposto a controllo in uno speciale laboratorio. Un computer analizza il battito cardiaco, la potenza muscolare e soprattutto il consumo di ossigeno. Per produrre lo sforzo richiesto da una gara, John usa una cyclette in un test che dovrebbe portare il suo fisico allo stato di massimo affaticamento. Riuscendo ad accertare i suoi limiti, i ricercatori potranno individuare il modo di superarli con un opportuno allenamento.

Ad ogni respiro, l'aria raggiunge i bronchi che si dividono in ramificazioni sempre più piccole, fino agli alveoli.

In gara, John deve tenere un certo ritmo sfruttando al massimo ogni respiro, infatti è fondamentale mantenere un cospicuo afflusso d'aria da e verso i polmoni. Parallelamente alla fatica, cresce anche il consumo di ossigeno. Ad ogni inspirazione entrano nei polmoni miliardi di molecole di aria, di cui solo un quinto sono di ossigeno, per il resto si tratta soprattutto di azoto, un gas inerte che entra ed esce dal nostro organismo senza aver subito trasformazioni chimiche.

La frequenza degli atti respiratori si modifica in conformità con il battito cardiaco, che accelera a mano a mano che il cuore cerca di pompare sangue ricco di ossigeno. Infatti, il sangue rilascia velocemente ossigeno mentre passa attraverso i vasi sanguigni dei muscoli sotto sforzo; quando torna ai polmoni, non riesce a immagazzinarne abbastanza per soddisfare le necessità dell'organismo. Ora le cellule esigono sempre più ossigeno, John prova un intenso dolore e solo l'autocontrollo gli

impedisce di abbandonare l'allenamento: è questo che fa la differenza fra un buon atleta e un grande atleta.

Le vie respiratorie terminano a livello dei polmoni in una fitta rete composta a 700 milioni di minuscoli sacchetti chiamati alveoli. Un alveolo ha un diametro di 0,2 mm, le sue pareti sono estremamente sottili, cosicché l'ossigeno può attraversarle e, tramite i capillari sanguigni, può essere assorbito dal sangue.

Il trasporto dell'ossigeno è così vitale per il nostro organismo che ad ogni battito cardiaco la parte destra del cuore è impegnata unicamente a pompare il sangue verso i polmoni. Il sangue venoso, una volta arrivato ai polmoni attraverso un'intricata rete di piccoli vasi, raggiunge gli alveoli. L'ossigeno contenuto negli alveoli passa nel sangue dei capillari che li circondano. A mano a mano che il sangue si arricchisce di ossigeno, assume un colore rosso vivo. Per essere trasportato dai globuli rossi, detti anche eritrociti, l'ossigeno deve legarsi ad una sostanza chimica detta emoglobina: ogni globulo contiene 280 milioni di molecole di questa sostanza, quindi, senza l'emoglobina, il sangue non potrebbe trasportare nemmeno l'ossigeno necessario a mantenere le nostre minime funzioni vitali. Nel sangue circolano 30 miliardi di globuli rossi ricchi di emoglobina (una quantità sufficiente, se messi in fila, per coprire metà della distanza fra la Luna e la Terra). Per poter esprimere il massimo delle proprie possibilità, l'organismo di John richiede sempre più ossigeno, perciò il sangue deve provvedere ad un costante afflusso ai muscoli di globuli rossi carichi di ossigeno

Come tutti i grandi atleti, John ha allenato il proprio corpo ad immagazzinare elevatissime quantità di ossigeno mediante la respirazione. In questo momento, è in grado di inspirarne una quantità 25 volte superiore al normale. Durante il test, John ha generato energia sufficiente per alimentare una lampadina da 25W per 12 ore. Ora conosce il limite a cui può spingere il proprio fisico.

Le sostanze prodotte dai muscoli in movimento si combinano con l'ossigeno e formano l'anidride carbonica, un gas nocivo che, come già detto, viene espulso durante l'espirazione. L'aria che espiriamo è 100 volte più ricca di anidride carbonica di quella che ci circonda.

Ma i polmoni devono compiere sforzi notevoli non soltanto durante una gara. In condizioni di apnea, il nostro corpo riesce a trattenere nei polmoni e nel sangue solo una quantità limitata di ossigeno. Se questa ragazza non ritorna in superficie rapidamente, perderà conoscenza in appena due minuti. Sott'acqua, deve usare tutto l'ossigeno immagazzinato dal suo corpo. Il cervello è l'organo che controlla l'eventuale carenza di ossigeno. Possiamo stare per giorni senza mangiare e senza bere, ma per vivere dobbiamo continuare a respirare.

Nonostante la respirazione appaia un atto spontaneo ed inconscio, essa è controllata direttamente dal cervello. Quando i muscoli lavorano, la quantità di ossigeno nei polmoni diminuisce. Contrariamente a quanto ci si potrebbe aspettare, l'organismo non tiene sotto controllo i livelli dell'ossigeno, bensì quelli dell'anidride carbonica, il prodotto di rifiuto del metabolismo dell'ossigeno. Se l'anidride carbonica raggiunge un livello eccessivo, il cervello fa scattare l'allarme, stimolando automaticamente i nervi che controllano i muscoli del torace e il diaframma. Infatti, è impossibile soffocarsi trattenendo il respiro, perché nel momento stesso in cui si perde conoscenza, il riflesso respiratorio si ripristina indipendentemente dalla volontà.

Fa parte della natura umana cercare di estendere le nostre capacità fisiche: ne è un esempio il boccaglio, che ci permette di respirare nuotando appena sotto la superficie dell'acqua. Se scendiamo in profondità, la pressione dell'acqua aumenta e i muscoli del torace hanno sempre meno forza per espandere i polmoni. E' impossibile, per esempio, respirare sul fondo di una piscina con un boccaglio di tre metri e mezzo. Questo problema si risolve usando le bombole, che forniscono ossigeno alla stessa pressione dell'acqua. Con una cospicua riserva di ossigeno, ci si può trattenere in immersione anche per due ore. Aumentando la profondità, si riduce l'autonomia e aumenta la pressione dell'acqua sul torace, quindi dobbiamo inspirare più aria per compensare l'aumento di pressione. Con particolari attrezzature, i sommozzatori possono lavorare anche a profondità di 300 metri, dove la pressione è di quasi  $35 \text{ kg/cm}^2$ . In alta montagna, la pressione dell'aria si abbassa progressivamente, causando

problemi di respirazione. Poiché la carenza di ossigeno può provocare vertigini e nausea, l'organismo reagisce producendo più globuli rossi e aumentando la capacità dei capillari: in questo modo, migliora l'afflusso di sangue nei muscoli.

L'essere umano può adattarsi a vivere fino a più di 5000 metri di altezza senza maschera. Oltre i 9000 metri di quota, l'aria è troppo rarefatta per poter respirare e per questo l'interno degli aerei è pressurizzato. Nell'improbabile evenienza di perdita di pressione, i passeggeri soffrirebbero per la mancanza di ossigeno. Infatti in una simulazione di improvviso calo di pressione, l'aria si condensa in una leggera nebbia: in queste condizioni ci si sente come se si fosse catapultati a 7000 metri di altezza in soli tre secondi. In questo esperimento, che ha lo scopo di esaminare le reazioni del cervello in casi simili, una persona deve identificare il valore di alcune carte da gioco. Anche se le sembra di sentirsi bene, dopo solo un minuto inizia a commettere errori. Le sue cellule cerebrali sono le prime a risentire della carenza di ossigeno, perché l'emoglobina non riesce ad assorbirne a sufficienza dall'aria troppo rarefatta. Quando la parte del cervello preposta alle funzioni logiche smette di funzionare, la regione che regola le funzioni vitali provvede automaticamente a mantenere la respirazione e il battito cardiaco il più a lungo possibile. Prima che la donna perda conoscenza, le viene somministrato dell'ossigeno puro come si farebbe in una situazione reale.

Se in un ambiente si abbassa la pressione atmosferica simulando un aumento di altitudine, si abbassa anche il punto di ebollizione dell'acqua. Ad una pressione equivalente a 18000 metri s.l.m., il nostro sangue bollirebbe ad una temperatura uguale a quella corporea. Per sopravvivere ad altitudini estremamente elevate, è essenziale una tuta pressurizzata, dotata di un erogatore di ossigeno, soprattutto se il cervello deve lavorare velocemente e prendere decisioni di vitale importanza.

Nello spazio, in assenza di aria, e quindi in condizioni di vuoto quasi perfetto, la tuta permette di ricreare le caratteristiche dell'atmosfera terrestre: una pressione controllata, ossigeno in abbondanza e sostanze chimiche per annullare l'effetto dell'anidride carbonica espirata.

John ha nuotato per 1500 metri toccando la massima velocità di cui è capace, e all'ultima tirata il suo fisico raggiunge il limite di resistenza alla fatica. Mentre si dirige al traguardo, inspira le ultime boccate di ossigeno. John è un atleta eccezionale, che deve i suoi successi sportivi, oltre che alla potenza muscolare, alla straordinaria capacità del suo apparato respiratorio, un complesso sistema che attinge dall'aria che ci circonda l'elemento essenziale per la vita: l'ossigeno.

## **7 Il corpo umano: Muscoli e ossa**

*Il corpo umano è una macchina perfetta. Tutti gli esseri umani sono costituiti con la stessa struttura di muscoli e ossa, che usiamo per svolgere le attività più disparate. Dotato di capacità di movimento, energia, perfetto autocontrollo e ottimo equilibrio, il nostro corpo è un miracolo dell'evoluzione biologica; in esso, hanno un ruolo fondamentale muscoli e ossa.*

Questo atleta, che sta mettendo in acqua la sua canoa per il consueto allenamento mattutino, spera di poter partecipare un giorno alle olimpiadi. Ma questa è soltanto una parte del suo intenso programma di preparazione, infatti, per raggiungere il suo obiettivo, deve continuamente migliorare le proprie prestazioni. Il sapere come funziona il suo corpo, gli consente di valorizzarlo al massimo per battere gli avversari e nel suo caso ciò è fondamentale. Oggi affronterà una prova cronometrata per prepararsi alle prossime gare. Il canottaggio è un ottimo test per la macchina umana. Le potenti vogate sono perfettamente coordinate da una muscolatura ben allenata. Una telecamera sensibile al calore rivela i segreti interni del motore biologico che spinge la canoa. I muscoli, alimentati dagli zuccheri disciolti nel sangue, muovono le ossa, paragonabili a leve imperniate sulle articolazioni. L'energia umana viene trasferita ad una leva artificiale, il remo di fibra di carbonio, che fa perno su uno scalmò di



acciaio. E' così che, in modo uniforme ed efficiente, l'energia dei nostri muscoli viene trasformata in lavoro.

Ma per vincere, il vogatore deve perfezionare il suo fisico sotto ogni aspetto. In un centro di allenamento olimpico, si controlla la potenza dei polmoni perché, per sostenere il lavoro dei muscoli, è necessaria una grande provvista di ossigeno. La capacità polmonare di questo atleta è eccezionale: quasi nove litri d'aria, con una sola inspirazione.

Durante il riscaldamento, bisogna regolare attentamente la respirazione. L'esercizio moderato aumenta il flusso sanguigno attraverso l'organismo e i muscoli si preparano per usare l'ossigeno in maggiore quantità durante lo sforzo. L'energia che viene erogata è già immagazzinata nei tessuti sotto forma di uno zucchero, il glicogeno. Man mano che i muscoli bruciano più zucchero, il sangue trasporta il calore in eccesso verso la pelle, perché venga irradiato all'esterno del corpo. I vasi capillari del volto, ad esempio, si dilatano rapidamente per rinfrescare il sangue. La prova cronometrata incomincia. La preparazione è stata effettuata sia sull'acqua, sia sul vogatore del centro di allenamento. Ore e ore di voga hanno insegnato all'atleta come utilizzare al meglio il proprio corpo. Ovviamente l'allenatore segue da vicino la prova, dando gli opportuni consigli. Bisogna usare con saggezza le forze, perché solo un quarto dell'energia chimica usata dai muscoli come carburante produce potenza utile; tre quarti vengono trasformati in calore.

I muscoli umani hanno un'efficienza del 25%, esattamente come un motore di automobile, ma nessun muscolo può compere in termini di resistenza alla fatica con la capacità di lavoro delle macchine. Vediamo su un diagramma cosa accade. I primi puntini mostrano lo scarto iniziale di energia del rematore, ma i suoi muscoli non possono mantenere quel ritmo per tutta la gara; per i minuti successivi, deve diminuire la frequenza dei colpi. A questo ritmo più lento, il motore umano va a 0,5 CV. In condizioni di massimo sfruttamento, può lavorare a 4,5 CV.

Il preventivo intenso allenamento sta portando il rematore al culmine delle sue prestazioni, ma come qualunque macchina efficiente il corpo umano ha bisogno di una solida struttura.

Un feto di nove settimane ha in apparenza una serie completa di ossa, ma in realtà di tratta di una struttura di cartilagine robusta e flessibile, attorno alla quale, in seguito, si formeranno le vere ossa. In questo modo, lo scheletro del bimbo può resistere ai colpi e il suo cranio può comprimersi leggermente durante il parto. Le ossa del cranio non si saldano completamente tra loro fino ai 18 mesi, permettendo al cervello del bambino di svilupparsi correttamente.

Alla nascita, i bambini hanno 350 ossa, 150 in più degli adulti: molte di queste ossa, in realtà, sono parti di altre che si fondono durante l'infanzia. Entro i 25 anni, l'adulto medio ne ha soltanto 206, ma più grosse e resistenti.

Le ossa sono una delle creazioni più perfette della natura: sono leggere ma molto forti, possono sopportare pesi quattro volte superiori rispetto ad un'identica struttura di cemento armato.

Ricoperte dai muscoli, che danno la tipica forma al nostro corpo, le ossa ci sostengono e fanno da leva per i muscoli stessi. Lo scheletro umano pesa circa 14 kg, meno del 20% del peso totale corporeo. Ogni osso ha una forma altamente funzionale per il compito che deve svolgere.

Le braccia sono sostenute dal complesso osseo delle spalle, che le collega al resto dello scheletro grazie da un'articolazione. Le scapole, non essendo saldate alla gabbia toracica, permettono alle braccia un'ampia gamma di movimenti.

Le ossa costituiscono un campo di osservazione molto interessante. Un terzo del peso dell'osso è formato da tessuto capace di produrre nuove cellule, percorso da una rete microscopica di vasi sanguigni e nervi. Al centro di alcune ossa c'è il midollo, che produce le cellule del sangue. Questa struttura a nido d'ape, robusta e al tempo stesso leggera, costituisce l'interno di molte delle nostre ossa.

Le ossa si rigenerano continuamente. I minerali che forniscono loro la consueta durezza, il calcio e il fosforo, vengono in parte rilasciati attraverso i capillari nella corrente sanguigna. Tali perdite vengono rimpiazzate sempre da calcio e fosforo, che ricostituiscono così nuova sostanza ossea. In tal

modo, il nostro scheletro viene totalmente rinnovato ogni due anni. I cristalli di osso nuovo vengono disposti in strati per fornire resistenza, più o meno come nella fibra di carbonio di cui è fatto un remo.

Così come qualsiasi leva, le ossa devono muoversi su dei perni, che nel corpo umano sono rappresentate dalle articolazioni. Fra tutte le articolazioni, quella del ginocchio è la più complessa, deve flettersi e allo stesso tempo sopportare pesanti carichi: è la rotula che permette ai muscoli di esercitare grosse forze quando l'articolazione è in movimento.

Per ridurre l'attrito, le ossa sono separate da un soffice cuscinetto che contiene un lubrificante naturale, chiamato liquido sinoviale. Se le articolazioni non fossero ben lubrificate, ci muoveremmo a scatti, come dei robots.

Articolazioni e ossa consentono ampi movimenti, a fronte di piccole contrazioni dei muscoli. Ad esempio, l'articolazione del gomito amplifica il movimento del muscolo bicipite del braccio: per compiere questa ampia oscillazione della mano, basta solo una contrazione di due cm del bicipite.

Ma la creazione più sbalorditiva è probabilmente la mano umana, che ci distingue da quasi tutto il regno animale. Il pollice si oppone alle altre dita, permettendo una presa forte, ma sensibile. Le dita lunghe vengono azionate da muscoli dell'avambraccio, la cui potenza viene trasmessa da lunghi tendini. Le fragili ossa delle dita e l'articolazione della mano sono adatte per eseguire lavori delicati. La massiccia colonna vertebrale, invece, deve sostenere il peso della parte superiore del corpo. Inoltre, fornisce protezione al midollo spinale, attraverso il quale passano i messaggi tra il cervello e il resto del corpo.

Dalla colonna vertebrale si dipartono 31 coppie di nervi, mentre verso la base della colonna si trova un fascio separato di nervi, detto "cauda equina". La parte terminale della colonna, il coccige, non possiede nervi, ed è formato da 4-5 vertebre atrofizzate e perlopiù saldate tra loro. Questa è la colonna vertebrale di un uomo: queste protrusioni ancorano i muscoli che la tengono insieme. Le 24 ossa di cui è costituita, le vertebre, sono separate da dischi che hanno la funzione di ammortizzatori. Il peso del corpo comprime i dischi quando stiamo in piedi, perciò, durante il giorno, ci accorciamo di qualche millimetro, che però recuperiamo di notte in posizione sdraiata. La nostra struttura viene sostenuta dalle gambe, dotate delle ossa più robuste del corpo che sono in grado di sopportare un carico fino ad una tonnellata. Le ossa del piede hanno ovviamente forma diversa da quelle della mano, perché hanno differenti funzioni. Le dita tozze e le ossa disposte ad arco danno l'elasticità necessaria per poter camminare, distribuendo sulla pianta del piede il peso del corpo, che viene scaricato sul calcagno.

Anche le coste fanno parte dello scheletro: costituiscono la gabbia toracica e, oltre a proteggere il cuore, i polmoni e gli altri organi, aiutano a distribuire il carico che la massa corporea esercita sulla colonna.

Il cranio ha la funzione di proteggere il cervello, ma talvolta non può assolvere questo compito. Se vengono a mancare i comandi provenienti dal cervello cosciente, i muscoli cedono, ma non per questo tutta l'attività dell'organismo si ferma. La regione bulbare e il midollo spinale continuano ad inviare messaggi ad alcuni muscoli, che in tal modo lavorano anche senza il nostro controllo cosciente, azionando la respirazione ed il battito cardiaco. Quindi la nostra sopravvivenza dipende anche dalle buone condizioni dei muscoli involontari. Durante un'intensa attività fisica, il cuore raddoppia il suo lavoro, perché il sangue deve trasportare più ossigeno per alimentare i muscoli sotto sforzo. Mentre si consuma lo zucchero glicogeno, i muscoli producono anidride carbonica, che il sangue trasporta velocemente ai polmoni perché sia espulsa.

Il calore è un altro prodotto che deve essere eliminato dall'organismo. A questo scopo, la temperatura corporea viene tenuta sotto controllo dalla sudorazione e dall'irradiazione dalla pelle. Un allenamento intenso permette di attingere in modo più efficiente alle riserve di energia del corpo. Ci vogliono anni di duro lavoro perché il fisico di un atleta raggiunga la forma di pieno rendimento.

Mentre le macchine create dall'uomo si logorano gradatamente, la macchina umana può migliorare con l'attività fisica, che conferisce ai muscoli forza, resistenza e dimensioni. Questo culturista ha

dedicato molto tempo allo sviluppo del proprio fisico e continua ad allenarsi. Oggi riesce a sollevare il doppio del suo peso.

In tutti gli esseri umani, i muscoli costituiscono quasi metà del peso corporeo e determinano, almeno in parte, il nostro aspetto esteriore. Il corpo umano contiene 656 diversi muscoli, circa tre per ogni osso. Non tutti abbiamo un fisico da culturista, tuttavia abbiamo tutti lo stesso numero di cellule muscolari già definito prima della nascita. I muscoli sono costituiti soprattutto di proteine, perciò, per migliorare il fisico, abbiamo bisogno di una dieta ad alto tenore di proteine e di un adeguato allenamento alla fatica. Ma non tutti possono ottenere una tale massa muscolare, neppure con i più impegnativi allenamenti. Il nostro culturista, grazie alla sua conformazione fisica, possiede una muscolatura che gli può consentire di diventare un ottimo atleta mediante un adeguato allenamento specifico dello sport che vuole praticare.

Per eseguire esercizi di equilibrio ed agilità è meglio essere longilinei e non appesantiti. L'attività fisica rinforza ed allena l'apparato muscolare, migliorandone la coordinazione con i sensi della vista, del tatto e con l'equilibrio. Ma non sempre i muscoli molto sviluppati rappresentano un vantaggio. La nostra muscolatura può produrre un forza di quasi tre chili per  $cm^2$ . Se tutti i muscoli potessero agire contemporaneamente, sarebbero in grado di sollevare un peso di 25 tonnellate.

Il sistema muscolare, oltre ai muscoli volontari, ne comprende altri due tipi: il primo è il muscolo cardiaco, che è molto simile ai muscoli volontari, ma che non può essere controllato dalla nostra volontà; il secondo tipo comprende i muscoli lisci, che rivestono l'intestino e i vasi sanguigni, anch'essi impossibili da controllare. Tutti i muscoli ricevono istruzioni dal cervello, che invia segnali elettrici lungo il midollo spinale ai singoli nervi che li stimolano.

Il muscolo è costituito da migliaia o addirittura milioni di minuscole fibre muscolari. Ogni fibra è formata da miofibrille lunghe fino a 5 cm: esse si contraggono ritmicamente grazie ad impulsi nervosi che colpiscono la loro superficie. Quando le fibre si contraggono, il muscolo si accorcia fino a due terzi della lunghezza originale. Il muscolo è tenuto fermo dai tendini, che lo ancorano all'osso. Per azioni leggere, il sistema nervoso stimola solo una frazione delle cellule del muscolo, mentre per uno sforzo superiore coinvolge più cellule e le eccita con maggiore frequenza.

La potenza del muscolo deriva dalla capacità di mantenere la contrazione delle fibre muscolari che lo compongono. Il sangue fornisce al sistema muscolare un flusso costante di ossigeno e di energia sotto forma di uno zucchero, il glicogeno. Quando il muscolo lavora, la pelle che lo ricopre si riscalda. Il calore disperso dai muscoli aiuta a mantenere la temperatura corporea a circa  $37^{\circ}C$ .

Nel centro di allenamento, il nostro canoista sta completando la preparazione. Ora, per aumentare la velocità di vogata, deve riempire i polmoni fino alla massima capacità, ma l'ossigeno non è sufficiente per sostenere il lavoro dei suoi muscoli. Per vincere, ha bisogno di una carica extra di energia che i suoi muscoli possono produrre anche in carenza di ossigeno, accumulando però un prodotto di scarto, l'acido lattico, che causa dolore e affaticamento.

Il massimo sfruttamento della potenza muscolare avviene in prossimità del traguardo. Nonostante il dolore, il canoista ha ottenuto un ottimo tempo, avvicinandosi di più al suo sogno olimpico.

La maggior parte di noi non sottopone il proprio fisico a simili sforzi, ma quando si arriva ai limiti estremi, si può capire quali siano le potenziali capacità della macchina umana.