

IL SISTEMA MUSCOLARE

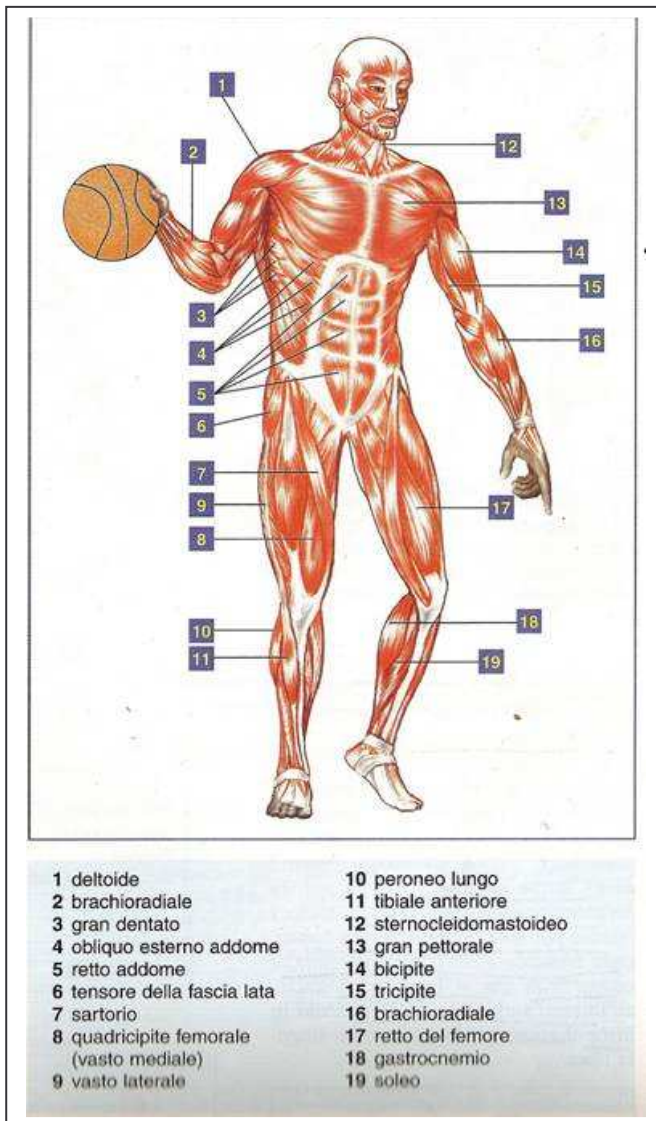


Fig. 1 – Muscoli scheletrici anteriori

I muscoli scheletrici costituiscono circa il 40% del peso corporeo.

I muscoli scheletrici del corpo umano sono circa 600. Essi hanno la funzione di:

1. dare **forma la corpo**, perché rivestono l'apparato scheletrico
2. permettere il **sostegno dell'apparato scheletrico**
3. conferire al corpo la capacità di **muoversi** nell'ambiente
4. **assolvere alle funzioni vitali** dell'organismo come per esempio la digestione, la respirazione, la circolazione, ecc.

Come le ossa, anche i muscoli sono **organi** in quanto contengono una varietà di tessuti: oltre a quello muscolare scheletrico, tessuti connettivi e nervosi.

La caratteristica principale del tessuto muscolare è la sua capacità di contrarsi a spese dell'energia ricavata dagli alimenti.

A seconda della funzione che assolvono i muscoli hanno differente struttura e sono costituiti ciascuno da un tipo di tessuto:

- **il TESSUTO MUSCOLARE STRIATO**, caratteristico dei muscoli scheletrici (che studieremo in questa unità) ovvero dei **MUSCOLI STRIATI o VOLONTARI**.
- **il TESSUTO MUSCOLARE LISCIO**, che **si trova nello spessore delle pareti degli organi interni**, per

esempio delle arterie, dello stomaco, dell'intestino e che **non presenta striature**. La contrazione della muscolatura liscia delle arterie regola la pressione e il flusso del sangue. La contrazione della muscolatura del tubo digerente favorisce il mescolamento del cibo con i succhi gastrici e i movimenti peristaltici che fanno progredire il cibo lungo l'intestino. Questi muscoli sono chiamati **INVOLONTARI**.

- **il TESSUTO MUSCOLARE CARDIACO** che si trova solo nel cuore ed è altamente specializzato perché è in grado di contrarsi continuamente e aritmicamente. Una delle caratteristiche di questo tessuto è la sua apparente instancabilità: il cuore batte per tutta la vita e il breve intervallo tra una contrazione e l'altra è sufficiente al suo riposo.

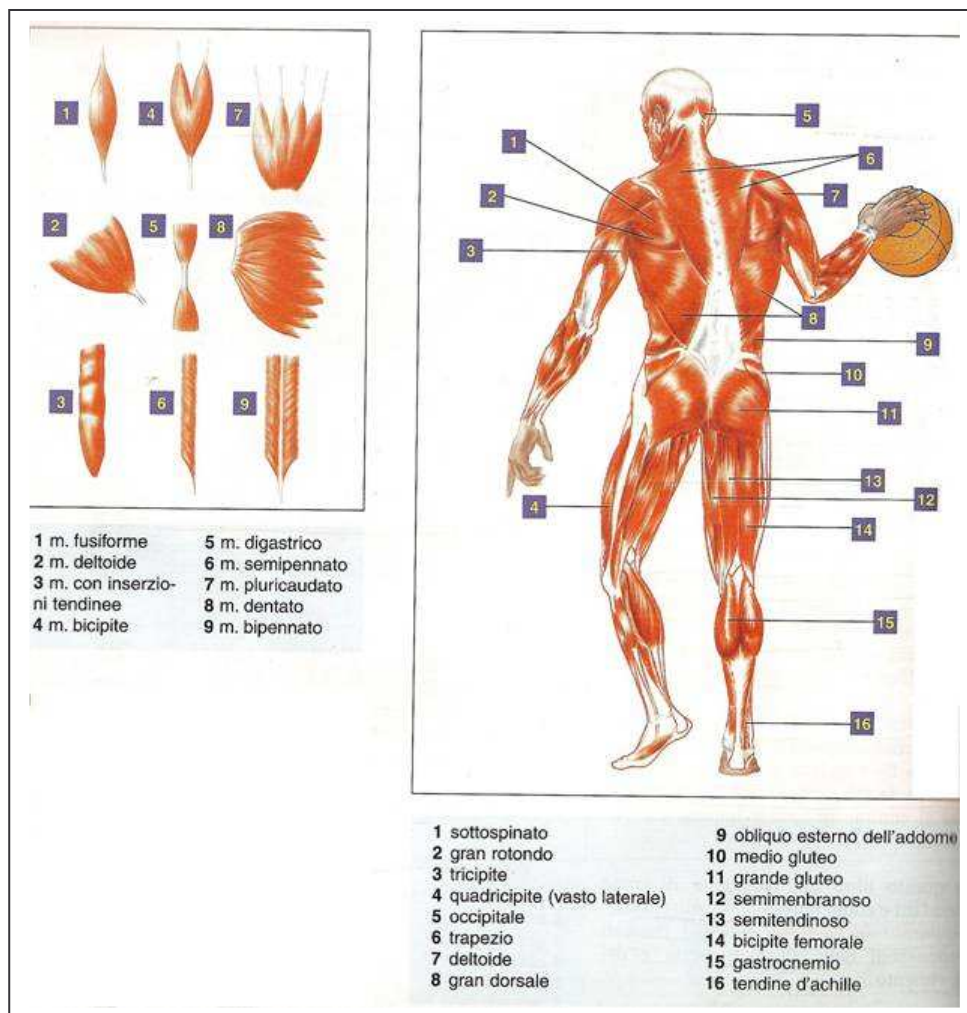


Fig. 2 – Muscoli posteriori e forma dei muscoli

I muscoli possono essere classificati in vari modi:

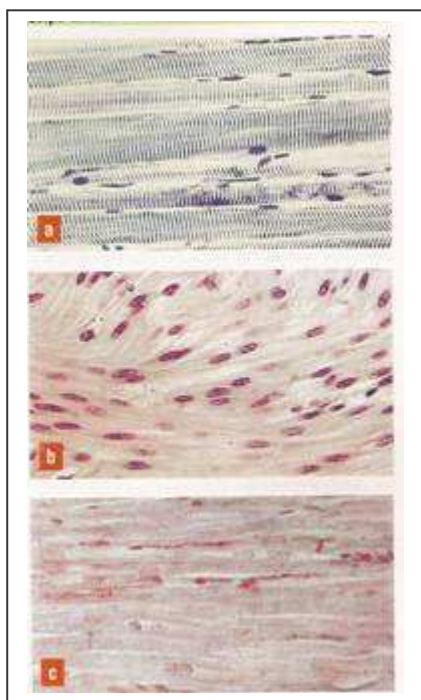


Fig. 3 – I tre tipi di tessuto muscolare osservate al microscopio ottico. (a) Tessuto muscolare striato con bande trasversali chiare e scure (b) Tessuto muscolare liscio del rivestimento dello stomaco. (c) Tessuto muscolare cardiaco.

- a seconda della loro **forma** si possono distinguere muscoli **fusiformi, pennati, dentati**, ecc.
- a seconda del **tipo di movimento** che possono eseguire e allora si parlerà di muscoli **flessori, estensori, abduttori, adduttori**, ecc.
- a seconda della loro **funzione rispetto ad un dato movimento** si distingueranno in muscoli **agonisti** (muscoli che compiono il movimento), **antagonisti** (muscoli che nella stessa azione si distendono per favorire lo spostamento del segmento osseo), **sinergici** (i muscoli che concorrono all'azione principale), **fissatori** (i muscoli che con la loro azione stabilizzano i segmenti ossei in una determinata posizione fissando le articolazioni).

Le caratteristiche principali del muscolo sono:

- la **contrattilità**, vale a dire la capacità, quando riceve un impulso nervoso, di esprimere una contrazione che risulta in un accorciamento rispetto alla situazione di partenza;
- l'**elasticità**, cioè la possibilità di distendersi ovvero di allungarsi con un meccanismo passivo quando una determinata posizione lo richiede.

LA STRUTTURA DEI MUSCOLI SCHELETRICI

Ogni muscolo scheletrico contiene, al suo interno, un certo numero di **fasci muscolari**. Ciascuno di essi è costituito da un insieme di cellule muscolari che si preferisce definire **FIBRE MUSCOLARI**, poiché ciascuna di esse può essere lunga tutta il muscolo. Il muscolo scheletrico si definisce striato appunto perché costituito da questi fasci di fibre disposte parallelamente.

Ogni fibra muscolare è formata a sua volta da elementi più piccoli chiamati **MIOFIBRILLE**, che si estendono per tutta la sua lunghezza. Ogni miofibrilla è costituita da una serie di elementi ripetitivi chiamati **SARCOMERI**, che sono le unità fondamentali del muscolo e che gli conferiscono la tipica striatura. Le tipiche striature a bande **chiare e scure**, è dovuta all'alternanza di diversi tipi di filamenti proteici più piccoli all'interno delle miofibrille, o meglio dei sarcomeri. Ogni sarcomero si compone, infatti, di due filamenti proteici: un filamento formato da una proteina globulare chiamata **ACTINA** i cui filamenti sono legati tra loro da un setto trasversale detto **linea Z**, mentre i filamenti più spessi sono costituiti da un'altra proteina, la **MIOSINA**. Per questo i muscoli scheletrici sono anche detti **MUSCOLI STRIATI**. I muscoli scheletrici, come dicevamo, sono detti **VOLONTARI** perché controllati attivamente dal sistema nervoso centrale, mentre i muscoli lisci e quello cardiaco sono detti **INVOLONTARI** perché non sono sotto il controllo del sistema nervoso centrale.

Nella parte centrale del muscolo scheletrico si riconosce una parte chiamata **ventre** che si attacca sulle ossa attraverso dei cordoni fibrosi di tessuto connettivo chiamati **TENDINI**. I punti in cui si inseriscono sull'osso vengono chiamati **inserzioni muscolari**. Poiché i muscoli possono avere diverse forme a seconda della funzione che devono assolvere, anche i tendini possono avere forme diverse.

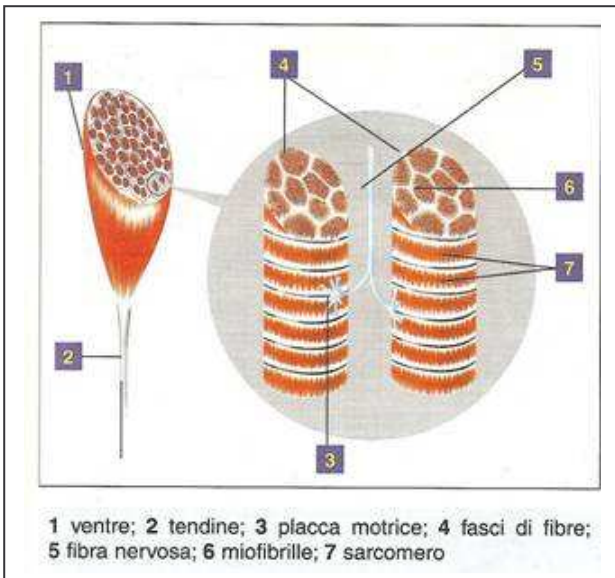
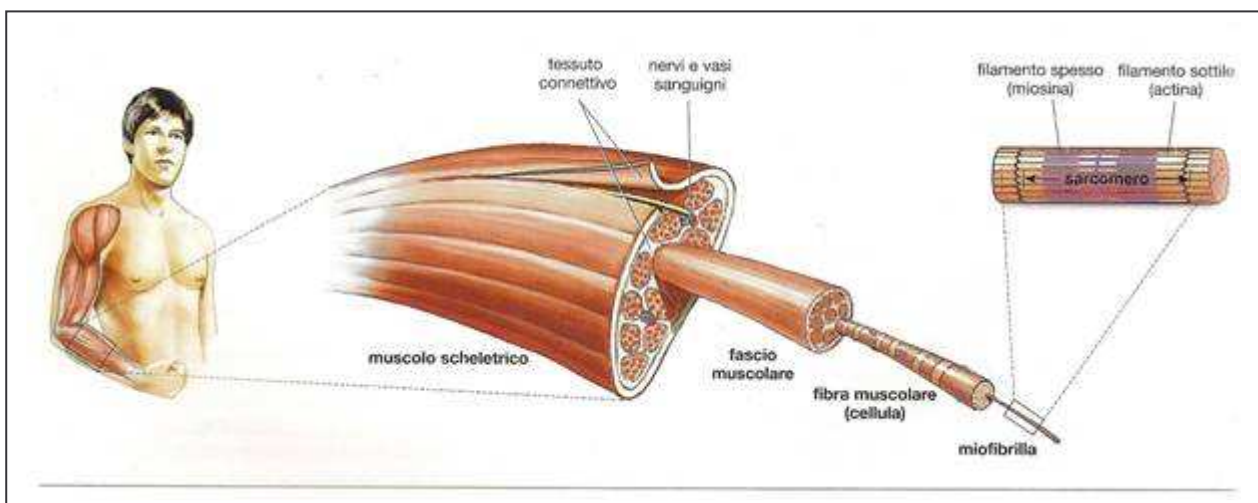


Fig. 4- Struttura dei muscoli scheletrici



IL MOVIMENTO: COME FANNO I MUSCOLI A CONTRARSI

I muscoli che muovono lo scheletro sono organizzati a coppie: i membri di ciascuna coppia hanno effetti opposti: tali muscoli sono detti perciò **ANTAGONISTI**. Quando il membro di una coppia si contrae, per esempio il muscolo bicipite, che è un **MUSCOLO FLESSORE**, l'altro muscolo della coppia, in questo caso il tricipite, che è un **MUSCOLO ESTENSORE**, si rilassa. Le coppie di muscoli antagonisti assicurano la coordinazione nel movimento.

Come fa un muscolo a contrarsi?

La struttura del sarcomero è la chiave per comprendere come si contrae una fibra muscolare. I filamenti spessi costituiti da **miosina** sono situati nella zona centrale del sarcomero, mentre quelli sottili costituiti da **actina** sono ancorati alle estremità e si estendono verso il centro dove si sovrappongono parzialmente ai primi. Durante la contrazione del muscolo i filamenti di actina si agganciano alle teste dei filamenti di miosina e si muovono verso il centro del sarcomero che si accorcia.

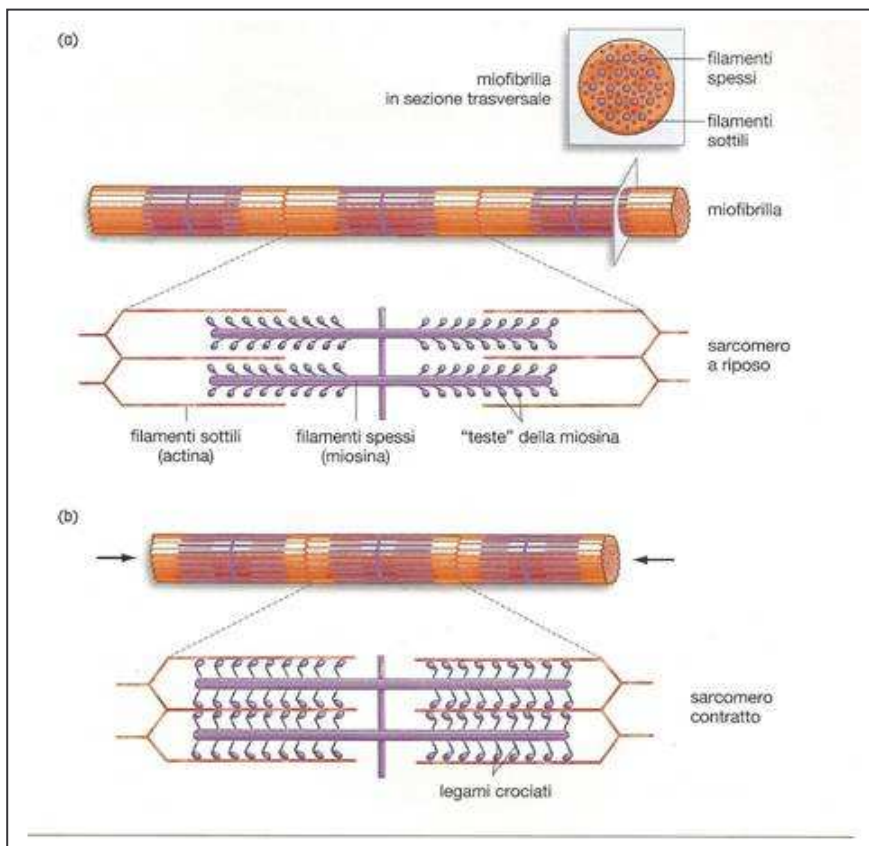


Fig. 6 – LA CONTRAZIONE DI UN MUSCOLO SCHELETRICO. (a) **Muscolo a riposo.** Ogni miofibrilla contiene numerosi sarcomeri in serie. In un sarcomero di un muscolo a riposo i filamenti sottili di actina sono sovrapposti a quelli spessi di miosina che possiedono delle "teste" a forma di clava. (b) **Contrazione muscolare.** Durante la contrazione muscolare, i filamenti di miosina agganciandosi e sganciandosi ripetutamente dai filamenti di actina, li trascinano verso il centro del sarcomero, che così si accorcia.

Ma che cosa fa sì che i filamenti di actina scivolino su quelli di miosina? Dai filamenti di miosina sporgono numerose "teste" a forma di clava, in grado di legarsi e, viceversa, di staccarsi dai filamenti adiacenti di actina, formando con essi e successivamente rompendo i cosiddetti **legami crociati**. L'intero

processo ha luogo solo quando da un nervo giunge il segnale che ordina al muscolo di contrarsi. Il segnale è di tipo chimico: una sostanza liberata dalle terminazioni nervose, l'**ACETILCOLINA** (neurotrasmettitore) provoca una serie di eventi a cascata, che provocano la liberazione da parte del reticolo endoplasmatico della fibra muscolare di numerosissimi **ioni calcio**. Sono questi ultimi a causare la modificazione delle proteine actina e miosina che si agganciano tra loro e che scorrono nel modo che abbiamo descritto.

Per potersi contrarre i muscoli hanno bisogno di energia che ricavano dalla respirazione cellulare sotto forma di ATP (lo capiremo meglio quando studieremo la cellula).

Se qualcosa impedisce il rilascio dell'acetilcolina, i muscoli non riceverebbero più l'ordine di contrarsi. E' proprio questo il tipo di paralisi muscolare causato dal **tetano**, un'infezione che si contrae attraverso le ferite, o dal **botulismo** un avvelenamento alimentare provocato da una potentissima tossina batterica: in entrambi i casi la morte giunge per soffocamento.

La forza della contrazione muscolare dipende dal numero di fibre che sono coinvolte nel processo. In ogni caso i nostri muscoli non sono mai completamente rilassati, poiché si trovano in uno stato di parziale contrazione detto **tono muscolare**: in questo modo il nostro corpo può mantenere una determinata postura (ossia una determinata posizione: esempio stare in piedi o seduti)

LA CONTRAZIONE DAL PUNTO DI VISTA ENERGETICO

L'energia meccanica espressa dal movimento deriva dalla trasformazione dell'energia chimica a sua volta derivata dalla trasformazione degli alimenti.

Tutti i cibi energetici, i carboidrati, i grassi e le proteine vengono degradati nelle cellule liberando una grande quantità di energia. Questa energia viene immagazzinata sotto forma di un composto chimico chiamato **ATP (adenosintrifosfato)**. Quando il muscolo si contrae l'ATP si trasforma in **ADP (acido adenosindifosfato)** cedendo cioè energia.

Per proseguire l'attività muscolare occorre che l'ADP si trasformi di nuovo in ATP.

Questo avviene tramite due meccanismi:

1. Il processo **anaerobico**, vale a dire in **assenza di ossigeno**, in cui si utilizzano le sostanze ricche di fosforo presenti nel muscolo e il **glucosio**, derivante dalla digestione dei carboidrati complessi che viene immagazzinato nelle cellule del fegato e dei muscoli sotto forma di **glicogeno**, che come sappiamo è un carboidrato di riserva.
2. Il processo **aerobico** in cui l'energia viene fornita dai depositi di grassi e zuccheri: quando queste sostanze vengono a contatto con l'ossigeno si produce una combustione (chiamata anche **ossidazione**) e si libera energia che viene utilizzata per riformare l'ATP.

FIBRE BIANCHE e FIBRE ROSSE

Le fibre sono classificate a seconda della loro **velocità di contrazione** e della loro **resistenza alla fatica**:

- **FIBRE ROSSE: a contrazione lenta.** Hanno piccolo diametro e sono rosse perché contengono una elevata quantità di **mioglobina**, sostanza simile all'emoglobina e perciò capace di combinarsi con l'ossigeno. Sono fibre di tipo **aerobico** e perciò in grado di sostenere un lavoro per lungo tempo. Sono prevalenti nei muscoli della statica.
- **FIBRE BIANCHE: a contrazione rapida.** Hanno grosso diametro, sono povere di mioglobina, ricche di glicogeno e sono di tipo **anaerobico** perciò capaci di effettuare sforzi rapidi ed esplosivi.

Nello stesso muscolo si trovano sia fibre rosse che fibre bianche, ma la composizione delle fibre di ciascun muscolo è diversa. La ripartizione in un muscolo di un tipo o l'altro di fibra sembra sia determinata geneticamente, ma con alti livelli di allenamento in parte si possono trasformare le fibre rapide in fibre lente, mentre l'inverso è molto problematico.

DISTURBI E MALATTIE DEI MUSCOLI

CRAMPO: contrazione prolungata e involontaria di un muscolo che provoca uno spasmo doloroso e che si verifica dopo un'attività fisica o per perdita di sali minerali.

STRAPPO MUSCOLARE: piccola lesione nelle fibre muscolari.

TORCICOLLO: disturbo provocato da un colpo di freddo che colpisce i muscoli del collo.

LOMBAGGINE: intenso dolore muscolare nella zona sacro-lombare.

Tra le malattie gravi dei muscoli figurano:

POLIOMIELITE: grave malattia causata da un virus. Il virus della poliomielite colpisce i nervi responsabili della contrazione di alcuni muscoli che non sono così in grado di muoversi. I muscoli non si muovono più e così si atrofizzano. Tutti noi siamo vaccinati, sin da piccoli, contro la poliomielite.

DISTROFIA MUSCOLARE: si ha una diminuzione del numero e del volume delle fibre muscolari. La malattia colpisce i bambini di 3-5 anni e si aggrava nel tempo, comportando una progressiva diminuzione della forza fisica che rende necessario l'uso della carrozzella e che porta alla morte. E' una malattia ereditaria.

BIBLIOGRAFIA

- David Krog "Biologia" vol. A ed. Le Monnier
- D.G. Mackean, Laura Masini "Natura Terra e Vita T1 e T2" – Ed Scolastiche Bruno Mondadori
- C. Bughetti, M. Lambertini, P. Pajni, M. Zanasi "Attivamente – Manuale di educazione fisica" ed. Clío