

Gudrun Fröhner, Klaus Wagner
Istituto di scienza applicata all'allenamento, Lipsia

LA CAPACITÀ DI CARICO DELLE GIOVANI ATLETE

SPORT GIOVANILE

Per proteggere le giovani atlete contro ogni eccesso di carico durante l'allenamento, si deve tenere conto delle particolarità dell'organismo femminile rispetto a quello maschile. Le specificità anatomiche, funzionali e psichiche dell'organismo femminile sono determinate da diversi fattori biologici che sono influenzati dai geni e dagli ormoni. Alcune osservazioni e ricerche degli Autori che

29



Foto CALZETTI & MARIUCCI EDITORI

Particolarità della capacità di carico delle giovani atlete e le misure che permettono di garantirla

riguardano le differenti condizioni biologiche dei due sessi forniscono alcune indicazioni metodologiche su come garantire la capacità di carico nella formazione a lungo termine delle giovani atlete. In questo contesto si discute anche quale sia il momento in cui si deve tenere conto della differenze tra i generi.

Osservazioni introduttive

Se si vuole riuscire a garantirne la capacità di carico, a causa delle sue particolarità biologiche l'organismo femminile richiede particolari misure di metodologia dell'allenamento rispetto a quello maschile. Sono note soprattutto le differenze nella costituzione fisica (Beunen et al. 1989; Blanksby, Bloomfield, Ackland 1994): in media, la donna è relativamente più "piccola" dell'uomo e, a causa di una maturazione ossea più precoce, presenta una conclusione della crescita anticipata rispetto a quella dei maschi. L'uomo possiede anche spalle relativamente più larghe rispetto a quelle della donna, mentre le differenze nelle caratteristiche del tessuto connettivo e nella formazione della muscolatura spiegano la più marcata mobilità del sistema locomotorio e di sostegno delle donne (Beunen et al. 1989). Mentre nei primi anni dello sviluppo i vari test sulle prestazioni fisiche dapprima mostrano quasi gli stessi risultati in ambedue i generi, o le bambine possono essere addirittura migliori, da quindici a diciassette anni se si eccettuano i test di mobilità, i ragazzi ottengono risultati che sono superiori a quelli delle ragazze. Alcune particolarità ben note della donna sono, ad esempio, il maggiore diametro del bacino, il minore angolo CCD (angolo collo-femore) e il più frequente valgismo (discusso come compensazione del bacino più largo). In base a numerosi studi epidemiologici è noto che in ogni sport esistono differenze di genere nelle frequenze e nella tipologia dei traumi.¹ Anche se negli sport ad indirizzo prevalentemente organico-muscolare (condizionale), in generale, le prestazioni sportive delle donne sono di livello meno elevato, normalmente le richieste poste al loro organismo non portano ad alterazioni minori della capacità di carico rispetto agli uomini. Un problema specifico delle atlete sono gli effetti dei cambiamenti nella regolazione ormonale prodotti dalle alterazioni del ciclo mestruale o dal ritardo nel menarca. La cosiddetta triade dell'atleta con le sue componenti - disturbi alimentari, amenorrea e osteoporosi - si presenta soprattutto negli sport nei quali ci si aspetta che una massa corporea relativamente bassa influenzi positivamente la prestazione o in atlete con alterazioni dello schema corporeo, determinate da cause diverse, di natura psichica. Sono state provate una perdita precoce di sostanza ossea o il mancato raggiungimento del picco di massa ossea soprattutto nelle ossa trabecolari (spugnose). Queste ultime, rispetto alle corticali, reagiscono maggiormente alla stimolazione ormonale e meno a quella meccanica. Per questa ragione esiste un pericolo maggiore di fattori di rischio di fratture da stress nelle atlete con alterazioni del ciclo mestruale e una minore densità ossea (Bennell, Malcom, Wark, Brukner 1977).

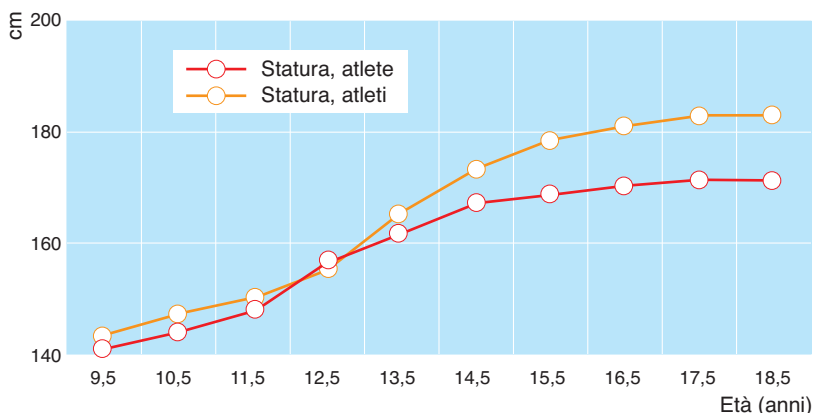


Figura 1 – Confronto tra il 50° percentile (P50) della statura di atlete e atleti.

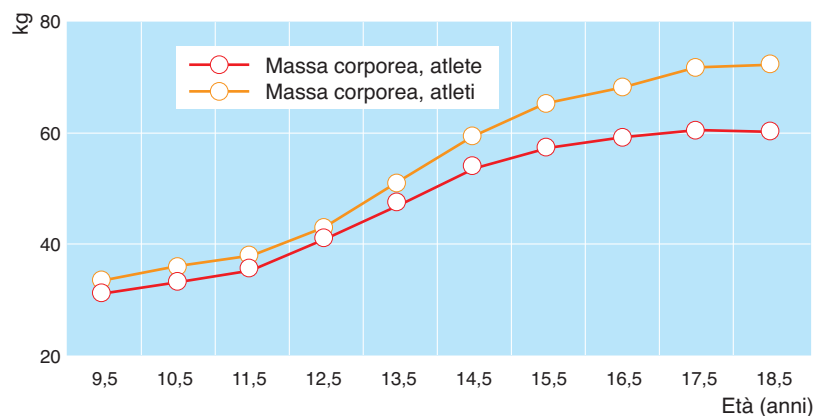


Figura 2 – Confronto tra il 50° percentile (P50) della massa corporea di atlete e atleti.

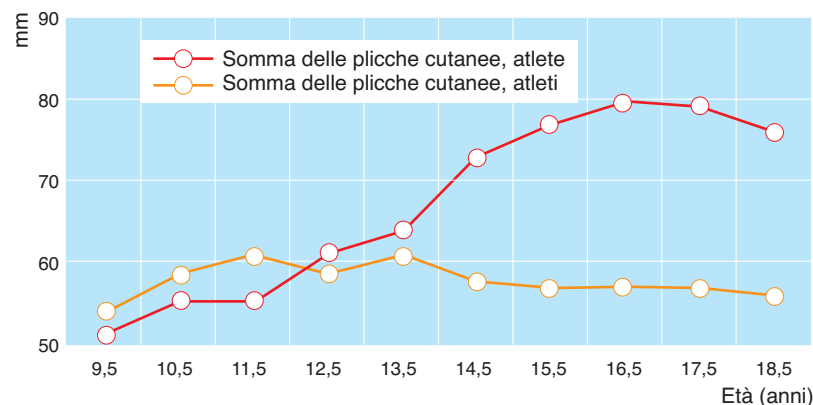


Figura 3 – Confronto tra il 50° percentile (P50) della somma delle plicche cutanee di atlete e atleti.

Risultati sul diverso stato biologico tra i due generi

Costituzione fisica e stato di maturazione

Le ricerche sulla costituzione fisica sono state condotte secondo gli attuali protocolli di misurazione antropometrica: per lo stato di maturazione sessuale si è usata la valutazione secondo Tanner (1962). I risultati di questa valutazione sono stati classificati secondo queste fasi dello sviluppo: età infantile (bambino); inizio pubertà, 1° fase puberale, 2° metà puberale, adolescenza e età adulta.

Sono stati valutati i risultati delle ricerche antropometriche dei 4058 atleti e delle 3428 atlete, dei quali si avevano serie complete di risultati della ricerca e sono stati confrontati i dati nelle classi d'età da 9 a 18 anni. Nelle figure successive, quindi, è fornito il relativo valore medio per le diverse classi d'età.

Per quanto riguarda la statura (figura 1) fino all'età di 12,5 anni, ragazzi e ragazze differiscono solo in modo insignificante. Successivamente, la statura degli atleti aumenta in misura maggiore di quella delle atlete, per raggiungere, tra il 17° e il 18° anno, un valore medio ampiamente costante di 183 cm. Nelle ragazze già a 14,5 anni troviamo un chiaro appiattimento della curva della statura. In media, le ragazze oggetto del nostro studio sono di 12 cm più basse dei ragazzi.

La massa corporea (figura 2) differisce in modo crescente solo dopo il gruppo d'età dei tredicenni. Anche successivamente l'aumento nelle atlete è notevolmente minore che negli atleti. A diciotto anni, in media, la differenza è di circa 12 kg.

Se consideriamo l'andamento con l'età della somma delle misure delle pliche cutanee (effettuate in dieci punti) di questi atleti e di queste atlete (figura 3), negli atleti è evidente che tale andamento resta largamente costante, mentre nelle atlete si rileva una crescita dal 13° al 17° anno d'età. La differenza di genere è evidente a partire, all'incirca dalla seconda fase puberale (avanzata) di sviluppo.

Se esaminiamo, lo sviluppo della maturazione sessuale di 1550 atleti e 1523 atlete di questa popolazione (figura 4), secondo le fasi descritte sopra, si possono vedere chiaramente le note differenze tra i due sessi. Nelle atlete, l'inizio della pubertà, in media, avviene a 11,1 anni, negli atleti a 12,3 anni. Nella popolazione normale una differenza fino a due anni è considerata normale. Tra gli atleti troviamo chiaramente una quantità maggiore di soggetti dallo sviluppo anticipato

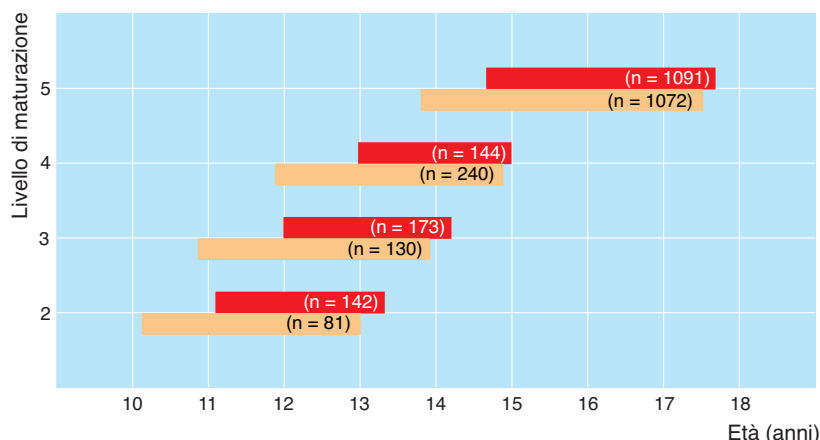


Figura 4 – Sviluppo della maturazione di popolazioni di atleti e atlete, Stato di maturazione: 2 = inizio della pubertà; 3 = 1° fase puberale; 4 = 2° fase puberale; 5 = adolescenza.

rispetto alla media della popolazione generale. Nell'andamento dello sviluppo si rileva un'ulteriore diminuzione di questa differenza tra i sessi.

Allo scopo di oggettivare, ulteriormente, le differenze nella costituzione fisica tra i due generi, abbiamo confrontato i valori misurati in 104 atlete e 220 atleti che presentano quasi la stessa statura, in età da 18 a 22 anni. Come valore orientativo per la statura è stato scelto il valore medio tra le stature degli uomini e delle donne adulte che è di 178,0 ($\pm 1,2$ cm). Questi risultati confermano, in soggetti della stessa statura, le note differenze costituzionali determinate dal sesso:

- nelle atlete la massa corporea è significativamente minore che negli atleti;
- si rilevano differenze molto significative per quanto riguarda la larghezza delle spalle, del bacino e del torace, la profondità del torace e il diametro della coscia;
- non si è riuscita a provare l'esistenza di differenze significativamente dimostrabili nell'Indice di Quetelet o BMI (Body mass index) e nell'indice di Rohrer²;
- nelle atlete, in generale, sono più elevate la somma delle pliche cutanee, la percentuale di grasso e tutte le misure di ciascuna della dieci pliche cutanee. Negli atleti, invece, è significativamente più elevata la massa corporea magra (tabella 1).

	Atlete	Atleti	diff. significative
Massa corporea (kg)	66,0 \pm 6,30	67,5 \pm 6,31	p < 0,05
Larghezza delle spalle (cm)	38,6 \pm 1,5	39,9 \pm 1,6	p < 0,001
Larghezza del bacino (cm)	28,6 \pm 1,4	27,6 \pm 1,2	p < 0,001
Larghezza del torace (cm)	26,5 \pm 1,4	27,9 \pm 1,4	p < 0,001
Profondità del torace (cm)	18,6 \pm 1,5	19,5 \pm 1,5	p < 0,001
Circonferenza della coscia (cm)	56,4 \pm 3,6	56,3 \pm 2,8	p < 0,001
Indice di Quetelet	371 \pm 35	379 \pm 34	n.s.
BMI	20,8 \pm 2,0	21,3 \pm 1,8	n.s.
Indice di Rohrer	1,7 \pm 0,11	1,2 \pm 0,10	n.s.
Plica cutanea addominale ¹ (mm)	11,7 \pm 5,1	7,5 \pm 2,9	p < 0,001
Plica cutanea sovrailiaca (mm)	10,2 \pm 4,4	6,7 \pm 2,4	p < 0,001
Somma delle pliche cutanee (mm)	75,9 \pm 20,3	53,6 \pm 12,4	p < 0,001
Percentuale di grasso	12,6 \pm 4,5	9,4 \pm 1,9	p < 0,001
Indice di massa magra	18,2 \pm 1,33	19,3 \pm 1,40	p < 0,001

Tabella 1 – Indici antropometrici di atleti e atlete della stessa statura (178 \pm 1,2 cm) in età da 18 a 22 anni. ¹ Pliche scelte da sei punti di misurazione.

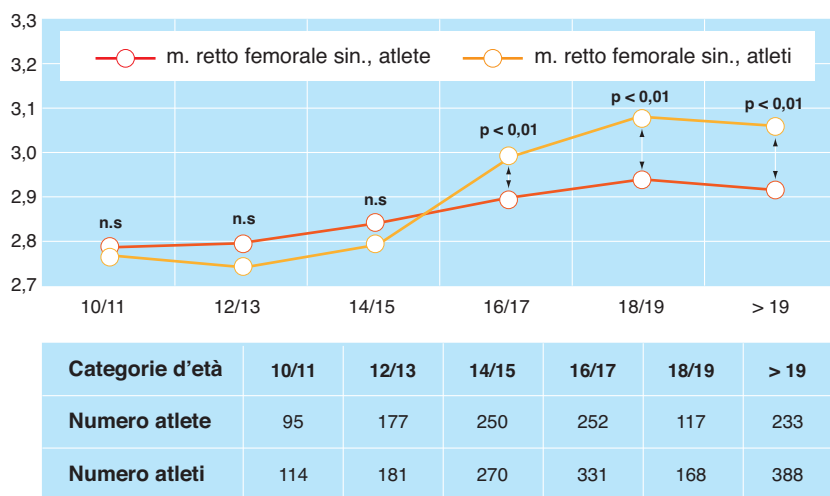


Figura 5 – Confronto tra lo spessore del muscolo retto femorale sinistro di atlete e atleti destrimani.

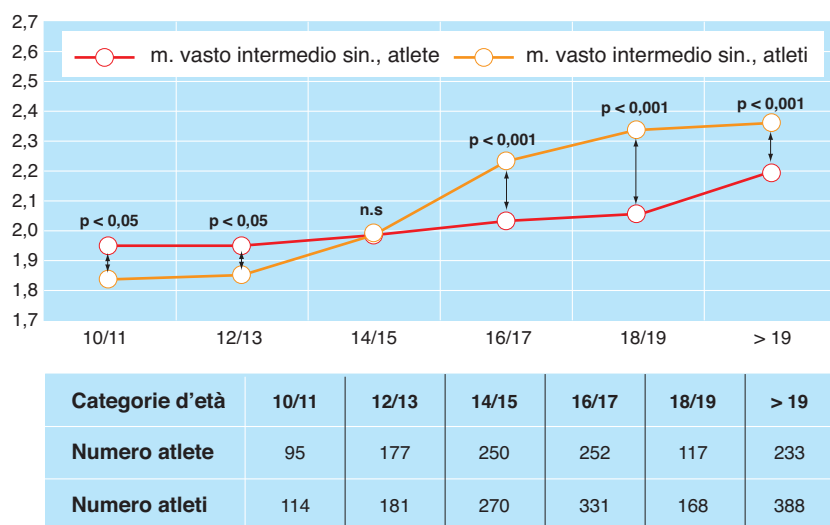


Figura 6 – Confronto tra lo spessore del muscolo vasto intermedio sinistro di atleti e atlete destrimani.

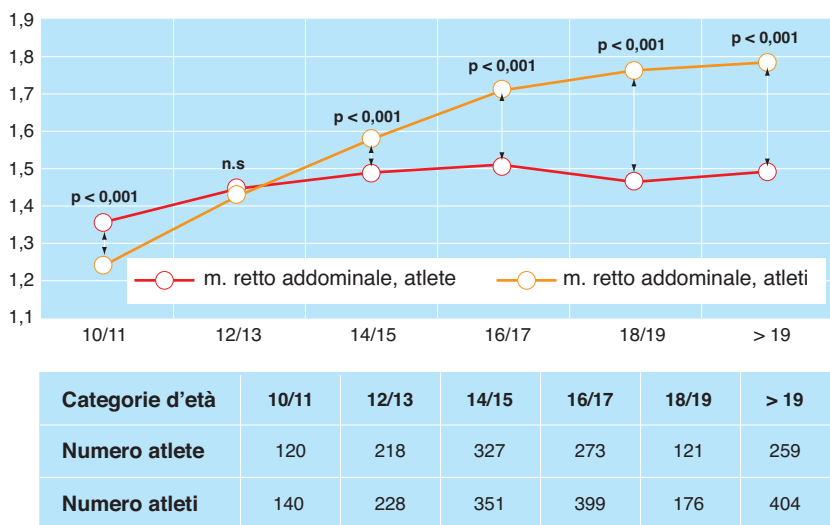


Figura 7 – Confronto tra gli spessori relativi del muscolo retto addominale (cm) di atleti e atlete destrimani.

Questi risultati sullo sviluppo delle differenze costituzionali coincidono con quanto già noto (Beunen et al., 1989), confermano le differenze tra i generi e indicano anche il momento in cui si presenta una evidente differenza nel processo di sviluppo.

Selezione di alcuni parametri sullo stato del sistema locomotorio e di sostegno

I risultati si basano su ricerche effettuate attraverso ecografia, per determinare lo spessore dei muscoli, ricerche cliniche ortopediche e video-diagnostica ortopedica. Anzitutto tratteremo i valori ottenuti in base alle ricerche sullo spessore del muscolo quadricipite femorale e del muscolo retto dell'addome. I dati sullo spessore dei muscoli sono stati messi in relazione con le lunghezze degli arti inferiori (coscia) o con la lunghezza del tronco (addome), in modo tale che fu possibile realizzare un esame comparativo tra i due sessi. A causa dell'influenza della lateralità sulle relative caratteristiche dei muscoli, nell'esposizione ci limiteremo a soggetti destrimani e solo alle caratteristiche dei muscoli dal lato sinistro.

- Nel muscolo retto femorale fino alla fascia d'età 14/15 anni non si riscontrano differenze significative nello spessore muscolare (figura 5). A partire dalla fascia d'età 16/17 anni, gli atleti si trovano chiaramente al di sopra delle atlete e mostrano differenze che aumentano fino a 18/19 anni.
- fino a 12/13 anni lo sviluppo dello spessore del muscolo vasto intermedio nelle atlete dapprima è significativamente maggiore (figura 6); successivamente troviamo quasi le stesse condizioni e infine a partire da 16/17 anni troviamo sviluppi significativamente più elevati negli atleti.
- Negli atleti lo spessore dei muscoli addominali, calcolato rispetto alla lunghezza del tronco, dapprima è minore che nelle atlete (figura 7). Ma già nella fascia d'età 14/15 anni, i valori degli atleti sono significativamente più elevati di quelli delle atlete, con un andamento quasi parallelo al crescente aumento della massa corporea (figura 2).

L'analisi dello spessore dei muscoli nelle atlete evidenzia un vantaggio nei gruppi d'età inferiori. Negli atleti, rispetto alle atlete, nella muscolatura retta dell'addome si rileva un sviluppo leggermente anticipato rispetto alla muscolatura anteriore della coscia. Nella giovinezza e nell'età adulta gli atleti evidenziano spessori muscolari chiaramente maggiori e uno sviluppo più evidente.

Per la capacità di carico delle atlete, quindi, si devono consigliare misure, concomitanti all'allenamento, che prevedano attivazione e controlli regolari della muscolatura, mentre agli atleti si debbono consigliare invece misure di rilassamento. Si tratta di raccomandazioni delle quali occorre tenere conto fin dalla prima età puberale.

I parametri funzionali dell'apparato locomotorio e di sostegno confermano che le atlete presentano uno sviluppo della mobilità articolare chiaramente maggiore.

Ciò può essere dovuto alle caratteristiche del tessuto connettivo femminile, ad un minore sviluppo della muscolatura e anche a caratteristiche anatomiche delle atlete, geneticamente determinate.

- Con l'aumento dell'età migliora la verticalizzazione del bacino nella stazione seduta a gambe estese in avanti. Si è riusciti a misurare una verticalizzazione del bacino di circa 90° con una frequenza del 44% negli atleti e del 92% nelle atlete (figura 8). In generale, in questo test, la verticalizzazione del bacino peggiora a causa della scarsa capacità di allungamento dei muscoli ischiocrurali e dei muscoli gastrocnemi.
- Anche un completo contatto tra le dita della mano e quelle dei piedi nella flessione in avanti del tronco dalla stazione seduta è più frequente nelle atlete che negli atleti (figura 9). Nelle prime è anche poco frequente una limitazione dell'apertura dell'angolo arti superiori in alto-tronco (cfr. figura 10). Oltre l'86% delle atlete e circa il 70% degli atleti di età superiore a 19 anni non presentano una limitazione o una limitazione scarsa nell'apertura dell'angolo arti superiori-busto. In generale, questa funzione è limitata dalla relativamente scarsa capacità d'elongazione del muscolo latissimo del dorso e dei muscoli anteriori della spalla.
- Dopo i 19 anni nell'81% degli atleti e nel 52% delle atlete non si rileva più la presenza di scapole alate (figura 11). A 10/11 anni d'età in circa il 17% degli atleti di ambedue i sessi si può provare l'assenza della condizione di scapole alate. Ciò vuole dire che solo il 17% del totale presenta una buona formazione dei muscoli fissatori della scapola.
- L'iperestensibilità delle articolazioni di base delle dita (AD) e il grado di intra (IR) e extrarotazione (ER) delle anche che possono essere introdotte per valutare lo stato del tessuto connettivo, permettono di rilevare negli atleti una minore lassità negli uomini rispetto alle donne (tabella 2).

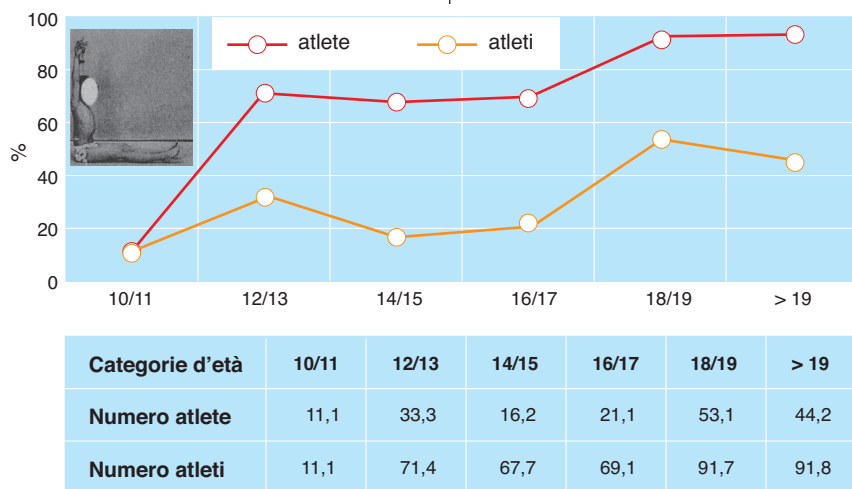


Figura 8 – Frequenza di atleti e atlete che evidenziano una verticalizzazione del bacino a circa 90° nella stazione seduta a gambe distese.

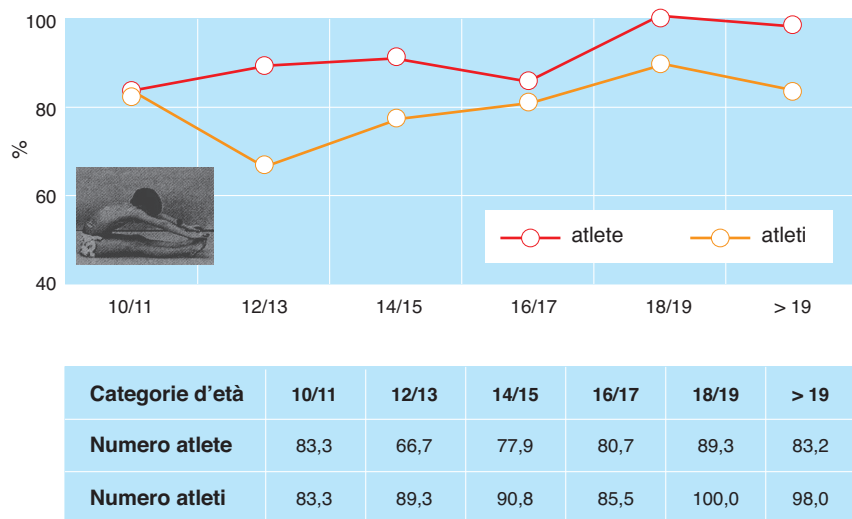


Figura 9 – Frequenza degli atleti e delle atlete che riescono a realizzare un contatto completo tra dita delle mani e quelle dei piedi nella flessione in avanti del tronco dalla stazione seduta.

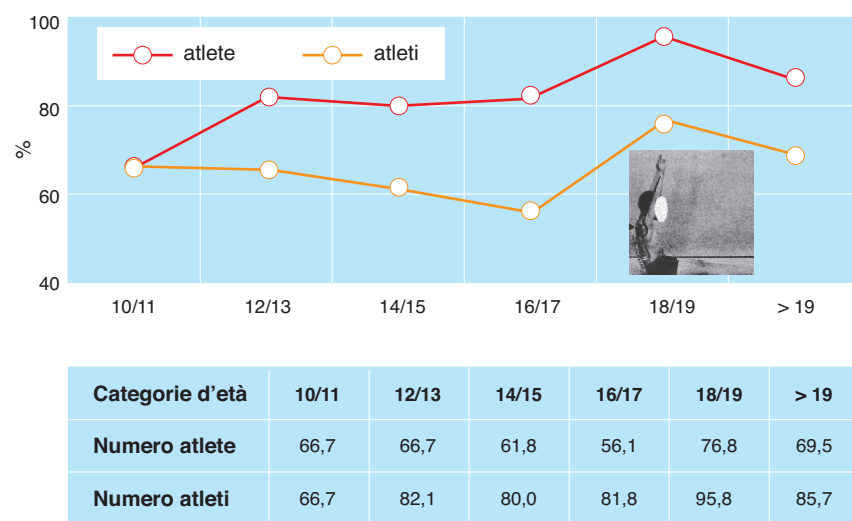


Figura 10 – Frequenza degli atleti e delle atlete che presentano una apertura completa o scarsamente limitata dell'angolo arti superiori in alto-busto (a sinistra: apertura insufficiente).

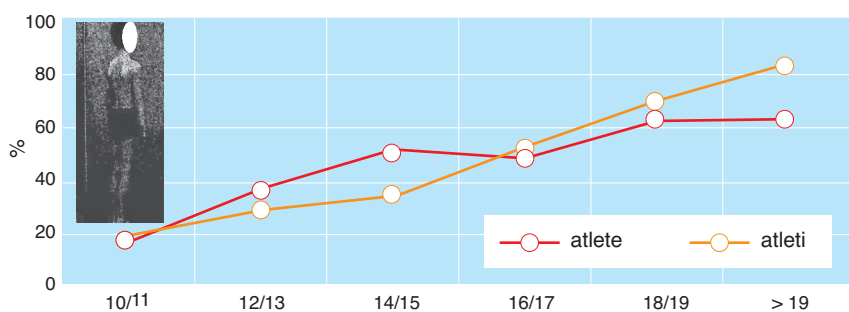


Figura 11 – Frequenza degli atleti e delle atlete nei quali si può provare l'assenza di scapole alate.

Alcuni aspetti epidemiologici

La frequenza con la quale nell'anamnesi si rilevavano problemi relativi alle principali regioni del sistema locomotorio e di sostegno è stata classificata secondo le classi di età e lo stato di maturazione. Già negli stadi di maturazione "infanzia" e "inizio della pubertà", il 28% delle atlete presentavano problemi nella regione dorsale contro solo il 17% degli atleti.

Anche durante la pubertà nelle atlete la frequenza di tali problemi (38%), era maggiore che nei maschi (29%).

Globalmente, le regioni maggiormente interessate erano, nell'ordine, quella delle ginocchia e quella dorsale, seguite dall'articolazione tibiotarsica, le articolazioni del polso e il tendine d'Achille. Negli stadi di maturazione "infanzia" e "inizio della pubertà" il 39% delle ragazze riferiva di problemi alla regione del ginocchio contro il solo 34% dei ragazzi. Nella fase puberale, tale frequenza raggiunge il 46% nelle atlete e il 40% negli atleti.

I dati dimostrano, quindi, che dal punto di vista regionale in ambedue i sessi, i punti più a rischio di dolori e di traumi sono le ginocchia e la schiena. Per questa ragione sono necessarie particolari misure di prevenzione, soprattutto con le atlete, a causa della maggiore frequenza dei problemi.

Nel complesso le nozioni che si ricavano da queste ricerche corrispondono a molte informazioni della letteratura che abbiamo citato:

- sotto l'aspetto della tipologia costituzionale, le atlete, rispetto agli atleti, presentano una statura meno elevata e una massa corporea minore, una minore larghezza delle spalle, un bacino più ampio, una somma maggiore di pliche cutanee, una minore massa magra;
- in età infantile e, in parte, ancora nella pubertà, i valori tra i due sessi differiscono ancora relativamente poco, ma tale differenza aumenta soprattutto nella seconda età puberale e nell'adolescenza;
- l'età d'inizio della pubertà nelle ragazze è di oltre un anno minore rispetto a quella dei ragazzi. Nelle atlete però troviamo soprattutto ritardi, per cui nella seconda fase puberale la differenza è solo scarsa;
- sono particolarmente degni di nota – attraverso gli esempi dello spessore dei muscoli della coscia e dell'addome, degli indici funzionali del sistema locomotorio e di sostegno – i risultati che riguardano lo sviluppo chiaramente maggiore della muscolatura degli atleti rispetto alle atlete. A tale sviluppo sono strettamente correlati i dati che testimoniamo di una maggiore mobilità articolare delle atlete che si conserva anche con l'aumento dell'età;

- nelle giovani atlete, le regioni del dorso e quelle delle ginocchia richiedono già precocemente che sia dedicata loro un'attenzione particolare attraverso misure di prevenzione.

Discussione e conseguenze per quanto riguarda la conservazione della capacità di carico delle giovani atlete

I risultati che abbiamo esposto rappresentano solo una selezione di alcune particolarità dell'organismo delle atlete delle quali si dovrebbe tenere conto per garantire la loro capacità di carico. Ma un'importanza non minore presentano le condizioni generali dell'organismo e la psiche delle ragazze e delle donne, alle quali è indispensabile dedicare l'attenzione che meritano.

Dai risultati dei quali disponiamo si possono trarre e discutere queste considerazioni:

- nelle fasi di sviluppo della prima e della seconda età scolare, le particolarità biologiche che differenziano le giovani atlete rispetto agli atleti ancora non sono significative. Differenze significative nei parametri antropometrici e funzionali si formano durante la fase puberale e nel periodo dell'adolescenza. Per questo, in questi periodi di tempo, si dovrebbe tenere particolarmente conto delle condizioni specifiche di genere. Ciò riguarda, ad esempio, lo sviluppo del corpo e i cambiamenti dello stato della muscolatura.
- I diversi stati funzionali delle atlete (l'inizio più precoce della pubertà, il maggiore sviluppo della mobilità articolare e la minore massa muscolare) possono spiegare anche la precocità della maggiore frequenza di problemi nella regione dorsale e in quella delle ginocchia (Fröhner, Wagner 2002) che richiedono misure preventive.
- Le particolarità dei caratteri distintivi della costituzione femminile devono essere accettati. Normalmente, nelle atlete che si sviluppano e maturano la somma delle pliche cutanee e la percentuale di grasso sono più elevate che negli atleti. Anche il valore limite di una percentuale troppo scarsa di grasso è più elevato. Si tratta di

	Classe d'età da 10 a 11 anni				Classe d'età da 19 a 24 anni			
	Atlete		Atleti		Atlete		Atleti	
N	285		272		265		405	
IR sinistra	58	±20	51	±20	41	±17	30	±15
ER sinistra	71	±14	68	±18	53	±19	46	±20
IR e ER	129	±28	118	±30	94	±30	70	±28
AD	77	±20	65	±22	50	±24	43	±25

Tabella 2 – Grado di intrarotazione (IR) e extrarotazione (ER) e di iperestensibilità delle articolazioni di base delle dita (AD).

un aspetto che dovrebbe essere accettato proprio in quegli sport che tendono a masse corporee troppo basse. Durante la fase di sviluppo, una composizione corporea normale garantisce la normalità della maturazione individuale. Inoltre, si realizza la costruzione di una sufficiente massa ossea, il cui sviluppo rappresenta una base essenziale della capacità di carico delle atlete: la capacità meccanica di carico può, però, essere limitata anche da un eccessivo sviluppo della massa corporea e della somma delle pliche cutanee.

- Il minore sviluppo della muscolatura delle atlete e la maggiore mobilità articolare esigono che, per la stabilizzazione delle articolazioni e della colonna vertebrale, si apprenda precocemente come controllare e sollecitare correttamente la muscolatura e la coordinazione di tecniche sportive concrete. Per questa ragione per le atlete è particolarmente importante l'allenamento propriocettivo (Missitzi et al. 2004; Wedderkopp, Kaltoff, Lundgaard, Rosendahl 1999). È anche necessario dedicare regolarmente un maggiore impegno ad esercizi che sviluppino l'armonia e la forza della muscolatura, in modo tale da garantire le funzioni muscolari necessarie al corretto portamento del corpo e per riuscire a eseguire i movimenti, salvaguardando le articolazioni. Ciò deve essere raccomandato soprattutto per le atlete di statura elevata, di costituzione snella, che praticano sport con carichi relativamente unilaterali. In questo modo si migliora anche la capacità di carico nei confronti di numerosi tipi di carico, anche casuali.
- Nel riscaldamento che precede un carico, dopo un programma di riscaldamento generale si dovrebbero utilizzare soprattutto esercizi finalizzati al controllo e all'attivazione muscolare, esercizi propriocettivi e, in parte, anche esercizi veloci per attivare il sistema neuromuscolare.
- Soprattutto per le articolazioni della colonna vertebrale si dovrebbero utilizzare esercizi di rilassamento e di scarico, in quanto per esse la notevole mobilità articolare può rappresentare una sollecitazione elevata.

Nelle misure concrete dirette ad assicurare la capacità di carico delle giovani atlete oltre che delle raccomandazioni generali occorre sempre tenere conto dello stato individuale.

Si tratta di una indicazione molto importante, a causa della ben nota eterogeneità dei parametri antropometrici e funzionali che è presente soprattutto durante le fasi di sviluppo infantile e dell'adolescenza, in quanto anche da ciò dipende l'efficacia della prevenzione.

A questo proposito occorre mettere in rilievo quale sia l'importanza di ricerche preventive nelle quali si rilevano lo stato di maturità, la crescita della statura e della massa corporea, lo stato della muscolatura, le caratteristiche del tessuto connettivo, le condizioni della statica dell'apparato locomotorio e di sostegno, e lo stato generale di salute.

Note

- ⁽¹⁾ Ricerche sulle differenze specifiche di genere nei traumi da sport (Kelm, Ahlhelm 2004) hanno evidenziato come se ne possa provare l'esistenza, sia per quanto riguarda la loro tipologia sia le loro cause. Mentre nelle ragazze dominano le distorsioni con lesione dei legamenti, nei ragazzi è più elevata la frequenza delle fratture. Le ragazze si infortunano soprattutto nelle abilità motorie di base, i ragazzi nei giochi sportivi. È stato provato che nelle atlete il rischio di traumi delle ginocchia dovuti a una caduta è più elevato che nei loro colleghi maschi negli sport invernali (discesa libera), nella ginnastica artistica, nella pallavolo, nella pallacanestro e nell'handball (de Loes, Dahlstedt, Thomee 2000). Nel calcio femminile è stata descritto un tasso elevato di lesioni dei legamenti dell'articolazione tibiotarsica e del ginocchio che, se si considera che i traumi prevalentemente non si producono in situazioni di contatto, è spiegata dalla conformazione degli arti inferiori femminili e dalla maggiore lassità determinata dal sesso e dal ciclo mestruale. Soprattutto la notevole frequenza di traumi del legamento crociato anteriore nelle atlete ha provocato molte ricerche dirette ad individuarne le cause. Thibert (2005) ha spiegato il più elevato numero di lesioni alle ginocchia delle atlete, con il fatto che nel loro processo di sviluppo non vi è una crescita della massa muscolare contemporanea all'incremento crescente della massa corporea come avviene negli uomini. Inoltre, sono oggetto di discussione: la maggiore lassità dell'articolazione, la maggiore traslazione tibiale anteriore, un diverso pattern di attivazione muscolare nei movimenti di frenata e di rotazione, uno squilibrio di forza tra muscolatura ischiocrurale e il quadricipite femorale e una minore forza di flessione plantare nella regione piede-articolazione tibiotarsica (Huston, Wojtys 1966; Missitzi, Karalis, Sassanis, Psarogiorgas, Tollos 2004; Moeller, Lamb 1997; Ruschell, Chandler, Spires, Kibler, Conuel, Ireland 1997).

- ⁽²⁾ L'indice di Rohrer si calcola dividendo il peso corporeo in grammi moltiplicato per cento per il cubo della statura in cm.

Bibliografia

- Bennel K. L., Malcom S. A., Wark D. J., Brukner P., Skeletal effects of menstrual disturbances in athletes, *Scand. Med. Sci. Sports*, 7, 1997, 261-273.
- Beunen G., Colla R., Simons J., Claessens A., Lefvre J., Renon R., von Geven D., Vanreusel B., Wellens R., Schueremans C., Sexual dimorphism in somatic and motor characteristics, in: Oseid S., Carlsen K.-H. (a cura di), *Children and exercise XIII, Campaign, III, Human Kinetics*, 1989, 83-90.
- Blanksby B. A., Bloomfield J., Ackland T. R., Athletics growth and development in children, Chur, Harwood Academic Publisher, 1994.
- de Loes M., Dahlstedt L. J., Thomas R., A 7- year study on risks and corts of knee injuries in male and female youth participants in 12 sports, *Scand. J. Med. Sci. Sports*, 10, 2000, 2, 90-97.
- Fröhner G., Wagner K., Die Entwicklung von Zustandgrößen der Belastbarkeit im langfristigen Leistungsaufbau, *Zeitschrift für Angewandte Trainingswissenschaft*, 9, 2002, 2, 14-43.
- Fröhner G., Wagner K., Ernst O., Optimale Körpermassen und Grenzwerte für die Belastbarkeit und Leistungsfähigkeit in verschiedenen Sportarten, *Zeitschrift für Angewandte-Trainingswissenschaft*, 9, 2002, 2, 14-43.
- Gaulrapp M., Becker A., Hess H., Verletzungen beim Frauenfußball: Eine prospective Studie aus der ersten Frauenfußball Bundesliga, *Sport-orthopädie-Sporttraumatologie*, 23, 2007, 126-132.
- Huston L. J., Wojtys E. M., Neuromuscular performance characteristics in elite female athletes, *Am. J. Sports Med.*, 24, 1996, 4, 427-436.
- Kelm J., Ahlhelm F., Anagnostakos K., Pitsch W., Schmidet E., Regitz T., Pape D., Gender-Specific-Differences in School Sports Injuries, *Sportver. Sportschäd.*, 18, 2004, 179-184.
- Missitzi J., Karalis G., Sassanis V., Psarogiorgos K., Tollos S., Gender differences in proprioception in elite athletes, in: von Praagh E., Coudert J. (a cura di), *Book of Abstracts - 9th Annual Congress European College of Sport Science*, July 3-6, Clermont-Ferrand, Faculté de Medicine, 388.
- Moeller J. L., Lamb M. M., Anterior cruciate ligament injuries in female athletics. Why are women more susceptible?, *Physician Sportmed.*, 25, 1997, 4, 31-48.
- Ruschell A., Chandler T. J., Spires J. M., Kibler W. B., Conuel M., Ireland M. L., Männer und Frauen zeigen unterschiedliche Muskelaktivierungsmuster für Cuttinggs- und Abbremsbewegungen, *I. J. Strenght & Condit. Res.*, 11, 1997, 4, 286.
- Tanner J. M., *Growth at Adolescence*, Oxford, Blackwell Scient. Publ., 1962.
- Thibert M., Girl face higher knee injury risk, *Profess. Skater*, 37, 2005, 1, 12.
- Wedderkopp N., Kaltoff M., Lundgaard B., Rosendahl M., Froberg K., Prevention of injuries in young female players in European team handball. A prospective intervention study, *J. Med. Sci. Sports*, 9, 1999, 1, 41-47.

Gli Autori: Dott.ssa Gudrun Fröhner, Medico sportivo, Istituto di scienza applicata dell'allenamento, Lipsia; Dott. Klaus Wagner, Direttore del Gruppo Tecnologie della ricerca, Istituto di scienza applicata dell'allenamento, Lipsia.
Indirizzo: Institut für Angewandte Traingswissenschaft, Marschnerstrasse 19, 04109, Lipsia.
E-mail: froehner@iat.uni-leipzig.de

Titolo originale: *Besonderheiten der Belastbarkeit bei Nachwuchsatletinnen*.
Traduzione italiana a cura di M. Gulinelli da *Leistungssport*, 38, 2008, 1.