

Influenza dell'allenamento della ginnastica artistica sul processo di accrescimento in giovani atlete

Influence of artistic gymnastics training on growth process in young athletes

Myosotis Massidda¹, Patricia Brasili², Stefania Toselli², Carla Maria Calò¹

¹ Dipartimento di Scienze della Vita e dell'Ambiente, Università degli Studi di Cagliari.

² Dipartimento di Biologia Evoluzionistica e Sperimentale, Università di Bologna.

Indirizzo per la corrispondenza: Myosotis Massidda, Dipartimento di Scienze della Vita e dell'Ambiente, Università degli Studi di Cagliari, SS 554, km 4.500 Monserrato, Cagliari Italy. E-mail: myosotis.massidda@unica.it

Parole chiave: ginnastica artistica, accrescimento, allenamento, atleti

Keywords: artistic gymnastics, growth, training, athletes

Riassunto

Introduzione. Diversi studi hanno evidenziato come gli allenamenti ad elevata intensità nella ginnastica artistica, quando associati a diete con basso contenuto calorico, possano alterare i normali ritmi di crescita e di maturazione in alcune ginnaste. Tuttavia, non è stato ancora dimostrato un rapporto di causa-effetto tra l'elevato regime di allenamento nella ginnastica artistica ed un'alterazione dell'accrescimento.

Scopo del lavoro. Lo scopo del presente lavoro è stato quello di verificare l'influenza dell'allenamento sul processo di accrescimento in giovani ginnaste di diverso livello agonistico.

Materiali e Metodi. Sono state prese in considerazione 26 Ginnaste agoniste di età compresa tra i 7 e i 14 anni della Sardegna (n=10, livello intermedio) e della Squadra Nazionale Giovanile Italiana (n=16, livello d'élite). Tutte le atlete sono state sottoposte ad un protocollo di valutazione antropometrica consistente nella rilevazione di 21 misure in due momenti, a dodici mesi di distanza l'uno dall'altro.

Risultati. Si è riscontrata una percentuale significativamente maggiore ($\chi^2=1.53$; $P>0.05$) di ginnaste Nazionali con bassa statura rispetto alle ginnaste Regionali (47.7%, n=7 vs 20.1%, n=2, rispettivamente). Il 38.4% (n=10) di tutte le ginnaste esaminate, di cui nove Nazionali (56.25%) ed una Regionale (10%) ($\chi^2=5.56$; $P<0.05$), presentavano un peso corporeo che scendeva al di sotto del quinto percentile. Sono emerse differenze significative ($\chi^2=5.10$; $P<0.005$) nella distribuzione della riduzione della velocità di crescita (velocità di crescita inferiore a 4.50 cm/anno), che si presentava con una frequenza superiore nelle ginnaste Nazionali (75%, n=12) rispetto alle ginnaste Regionali (30%, n=3).

Conclusioni. L'alta frequenza di alterazione nella crescita in entrambi i gruppi di ginnaste, con particolare riferimento alle ginnaste Nazionali, indica che una prolungata partecipazione agli allenamenti ed alle competizioni di ginnastica artistica può alterare il normale pattern di crescita temporale in alcune, ma non in tutte, le ginnaste a prescindere dal loro livello competitivo.

Abstract

Introduction. Several studies have shown that high-intensity artistic gymnastics training combined with low-calorie intake, could alter the normal growth patterns and maturation of gymnasts. However, it has not been yet demonstrated a cause-effect relationship between the high artistic gymnastics training workout and the alteration of growth.

Objective. The purpose of this study was to assess the influence of artistic gymnastics training on growth patterns in young gymnasts of two different competition level.

Materials and Methods. Twenty-six competitive gymnasts (age ranged 7-14 years) of Sardinia Regional Team (n=10, intermediate level) and of Youth National Italian Team (n=16, elite level) were examined. For all the athletes 21 anthropometric measures were assessed up to 2 times across 12 months.

Results. A significantly higher proportion ($\chi^2=1.53$, $P>0.05$) of National gymnasts showed short stature when compared with Regional gymnasts (47.7%, n=7 vs 20.1%, n=2, respectively). The 38.4% (n=10) of the entire sample of gymnasts (n=26) showed a body weight below the fifth percentile (National, n=9; 56.25% vs Regional, n=2; 10%) ($\chi^2=5.56$, $P<0.05$). Significant difference ($\chi^2=5.10$, $P<0.005$) in the distribution of the growth rate reduction (growth velocity less than 4.50 cm / year), was found between National gymnasts (75%, n=12) and Regional gymnasts (30%, n=3).

Conclusions. The high frequency of growth alteration in both gymnasts' groups, particularly in National gymnasts, suggested that prolonged participation in artistic gymnastics training and competition could alter the normal growth pattern in some gymnasts, but not all, regardless of their level of competition.

Introduzione

Nel corso degli ultimi anni si è assistito ad un importante dibattito in merito agli allenamenti ginnici di alta specializzazione, effettuati durante l'infanzia e l'adolescenza, come fattore che potesse pregiudicare la normale crescita delle giovani ginnaste (Baxter-Jones *et al.*, 2003; Caine *et al.*, 2001, 2003; Daly *et al.*, 2002).

Diversi studi hanno evidenziato come gli allenamenti ad elevata intensità nella ginnastica artistica, quando associati a diete con basso contenuto calorico, possano alterare i normali ritmi di crescita e di maturazione in alcune ginnaste (Bass *et al.*, 2000; Lindholm *et al.*, 1994; Theintz *et al.*, 1993).

Tuttavia, non è stato ancora dimostrato un rapporto di causa-effetto tra l'elevato regime di allenamento nella ginnastica artistica ed un'alterazione dell'accrescimento. La causa di tale mancanza è da attribuire alla difficoltà di isolare gli effetti dei fattori ambientali dai pattern genetici di crescita individuali che determinano i ritmi di accrescimento e di maturazione (Caine *et al.*, 2003).

I rigorosi criteri di selezione nella ginnastica artistica tendono ad identificare i soggetti con una bassa statura familiare, con un ritardo costituzionale nella crescita (Bass *et al.*, 2000; Claessens, 1999; Damsgaard *et al.*, 2000; Peltenburg *et al.*, 1984). In questo modo, il rallentamento nell'accrescimento osservato in alcune ginnaste d'élite, potrebbe essere coerente con i pattern di crescita osservati nelle ragazze non sportive caratterizzate da un "normale" ritardo nella maturazione (Baxter-Jones *et al.*, 2003; Malina *et al.*, 1999).

Tuttavia, la questione che dovrebbe essere affrontata non è se le ginnaste hanno una bassa statura o una maturazione tardiva, ma piuttosto se la partecipazione ad intensi allenamenti e

competizioni possa alterare il normale ritmo di crescita e di maturazione. In altre parole, occorrerebbe verificare se la maturazione e l'accrescimento delle ginnaste sarebbero stati analoghi se le stesse non avessero intrapreso l'elevato regime di allenamenti e non avessero partecipato alle competizioni di alto livello.

In considerazione di ciò, sorprende come la maggior parte dell'interesse per gli effetti dell'allenamento ginnico si sia limitato allo studio delle ginnaste d'élite che intraprendono l'attività in età molto giovane e che partecipano ad allenamenti per un periodo di tempo superiore alle 20 ore per settimana.

A tal proposito è utile evidenziare come negli Stati Uniti, solo il 4% circa di tutte le ginnaste agoniste sono coinvolte in allenamenti di livello avanzato e fanno parte delle squadre d'élite (USA Gymnastics Stats of 2003). Molte altre atlete di talento, invece, continuano ad allenarsi e a competere durante tutta l'infanzia e l'adolescenza. Ciononostante, ci sono poche informazioni su come l'accrescimento e la maturazione possano essere diversamente influenzati dall'allenamento nelle ginnaste agoniste che non raggiungono le Squadre Nazionali, ma comunque si allenano e competono per le squadre di livello intermedio.

Lo scopo del presente lavoro è stato quello di verificare l'influenza dell'allenamento sul processo di accrescimento in giovani ginnaste di diverso livello agonistico.

A tal fine si sono analizzate la frequenza della bassa statura (Statura per l'età al di sotto del terzo percentile), dello stato di sottopeso (BMI per l'età al di sotto del quinto percentile) e dell'incidenza di crescita modesta (Velocità di Crescita inferiore a 4.5 cm all'anno).

Materiali e Metodi

Campionamento

Sono state prese in considerazione 26 Ginnaste agoniste di età compresa tra i 7 e i 14 anni della Sardegna (n=10) e della Squadra Nazionale Giovanile Italiana (n=16) (Tabella 1). Il genitore/tutore di ogni atleta aveva fornito il proprio consenso informato per la partecipazione alla ricerca. Lo studio era stato approvato dal Comitato Etico della Federazione Ginnastica d'Italia ed era in linea con la dichiarazione di Helsinki per la ricerca umana del 1974 (modificato l'ultima volta nel 2000).

Le atlete della Regione Sardegna avevano partecipato a competizioni ufficiali di livello regionale, interregionale e nazionale con risultati modesti, mentre le ginnaste della Squadra Nazionale Giovanile rappresentavano l'élite della popolazione ginnica italiana per la propria categoria.

Caratteristiche	Ginnaste Regionali (n=10)	Ginnaste Nazionali (n=16)
Età (anni)	9.15±1.7	11.00±1.0
Statura (cm)	128.53±7.7	135.15±7.6
Statura da Seduto (cm)	69.63±3.1	70.69±3.9
Lunghezza Arto Inferiore (cm)	58.90±4.9	64.46±4.2
Peso (kg)	28.15±5.9	30.27±4.1
Indice Schelico	84.52±4.6	91.20±3.7
Indice Acromio-iliaco	69.85±3.8*	67.05±6.5*
Somma delle Pliche (mm)	35.52±5.0***	25.40±3.9***
BMI (kg/m ²)	16.84±1.9	16.51±0.9
FAT (%)	13.85±1.1***	11.23±0.9***
FFM (kg)	24.90±4.9	28.06±3.6
Età al Menarca	--	--
Endomorfia	2.57±0.3***	1.60±0.3***
Mesomorfia	4.71±0.6	4.57±0.7
Ectomorfia	2.45±0.8	3.18±0.8
Allenamento (h*7gg)	12.65±2.9**	26.65±6.9**
Anni di Pratica Attività	3.75±1.8	4.50±1.6

Tabella 1. Caratteristiche generali (media±DS) del Campione di Ginnaste Nazionali e Regionali. * $P<0.05$; ** $P<0.01$, *** $P<0.001$.

Table 1. General characteristics (mean±SD) of the sample within the two groups of competition level (Regional and National). * $P<0.05$; ** $P<0.01$, *** $P<0.001$.

Tutte le atlete sono state sottoposte ad un protocollo di valutazione antropometrica consistente nella rilevazione delle misure in due momenti, a dodici mesi di distanza l'uno dall'altro.

Alla prima rilevazione, le ginnaste della Regione Sardegna si allenavano in media 12.65 ± 2.94 ore alla settimana (media \pm SD; range 10-16 ore/sett.) ed appartenevano alla categoria Allieve, in accordo con i livelli competitivi della Federazione Ginnastica d'Italia (2009). Anche le ginnaste della Squadra Nazionale Giovanile facevano parte della medesima categoria (Allieve), ma si allenavano in media 26.09 ± 6.4 ore alla settimana (range 17.5-36.0 ore/settimana).

Il volume di allenamento, in termini di un numero di ore settimanali, si presentava quindi significativamente più elevato nelle atlete di livello Nazionale rispetto alle ginnaste di livello Regionale ($P < 0.05$).

Protocollo di valutazione antropometrica

E' stato attuato un protocollo di valutazione antropometrica consistente nella rilevazione di 21 dimensioni per ogni soggetto. Le misure rilevate sono state: statura totale, peso, statura da seduto, lunghezze dell'arto superiore, del braccio e dell'avambraccio, lunghezze dell'arto inferiore, della coscia e della gamba, larghezze biacromiale, bicrestiliaca, biepicondiloidea omerale e biepicondiloidea femorale, circonferenze del polso, del braccio (contratto e rilassato), della coscia e del polpaccio e 5 pannicoli adiposi (bicipite, tricipite, sottoscapolare, soprailiaca, polpaccio mediale) la cui somma è stata impiegata come indicatore di grasso corporeo (Bayos *et al.*, 2006).

L'Indice Schelico è stato calcolato con la seguente formula:
(Statura Totale - Statura da Seduto)/(Statura da Seduto)*100.

L'indice acromio-iliaco è stato così ottenuto:
(Larghezza Bicrestiliaca/Larghezza Biacromiale)*100.

Il rapporto tra la statura da seduto e la statura (statura da seduto/statura *100) è stato utilizzato per stimare la lunghezza relativa del tronco.

L'Indice di Massa Corporea (BMI) si è ricavato utilizzando la seguente formula:
Peso (kg) / Statura (m²).

Le misurazioni sono state effettuate in accordo con procedure indicate da Weiner and Lourie (1981). Le pliche cutanee sono state prese dagli stessi operatori utilizzando Lange Skinfold Caliper. E' stato utilizzato uno Stadiometro portatile (RAVEN Ltd.) per misurare la statura ed una bilancia per misurare il peso.

Analisi del somatotipo

Le componenti del somatotipo (endomorfia, mesomorfia ed ectomorfia) sono state calcolate in accordo con le equazioni raccomandate da Heath & Carter (Carter, 1980; 1990).

Analisi della composizione corporea

La percentuale di grasso corporeo (F%) è stata calcolata utilizzando la formula messa appunto da Slaughter (Slaughter *et al.*, 1988) per le femmine di età compresa tra i 6 ed i 17 anni. Il peso, espresso in kg, della massa grassa (FM kg) è dato da: $F(\text{kg}) = \text{Peso (kg)} \times F\%/100$.

Il peso, espresso in kg, della massa magra si è ricavato dalla sottrazione della massa grassa (kg) dal peso corporeo totale (kg).

Analisi della maturazione sessuale

Il rilevamento dell'età al menarca è stata valutata con il metodo dello status quo.

Analisi Statistica

Metodi statistici di base sono stati utilizzati per il calcolo dei valori medi, minimo e massimo e delle deviazioni standard (SD).

L'analisi della covarianza (ANCOVA) è stata utilizzata per testare le differenze tra i gruppi (fattori) nelle variabili dipendenti, tenendo sotto controllo l'effetto dell'età (covariata). I risultati sono stati analizzati in modalità univariata mediante il Modello Generale Lineare (GLM). Il T-

test per dati appaiati è stato impiegato per valutare le differenze dentro i gruppi nelle variabili esaminate durante lo studio longitudinale breve.

La Statura, il Peso ed il BMI sono stati confrontati con i dati normativi per la popolazione Italiana (Cacciari *et al.*, 2006). Le Tabelle percentile (Cacciari *et al.*, 2006) per la Statura ed il BMI sono state utilizzate per stimare la prevalenza della bassa statura e dello stato di sottopeso in accordo con le raccomandazioni del WHO Expert Committee (World Health Organization, 1995).

La bassa statura è stata definita come la Statura in rapporto all'età al di sotto del 3° percentile, in riferimento alla popolazione italiana (Cacciari *et al.*, 2006).

Il sottopeso è stato stabilito per mezzo del BMI in rapporto all'età al di sotto del 5° percentile.

Il Test del Chi-Quadrato è stato utilizzato per comparare la percentuale delle ginnaste della Regione Sardegna e della Squadra Nazionale Giovanile con bassa statura.

Il rallentamento nella crescita è stato definito come velocità d'incremento della Statura al di sotto dei 4.5 cm all'anno (Lifshitz e Cervantes, 1996).

Il livello di significatività è stato stabilito per valori di $P < 0.05$. Tutte le analisi sono state condotte mediante l'utilizzo del software STATISTICA (Versione 7).

Risultati

Studio Trasversale: Comparazione dei dati

Le misure delle 26 ginnaste appartenenti ai due livelli agonistici rilevate durante la prima sessione di raccolta dati sono riportate nella tabella 1. Le ginnaste della Squadra Nazionale Giovanile risultavano in media più grandi di 1.8 anni rispetto alle ginnaste della Regione Sardegna ($P < 0.05$).

Dopo aver aggiustato i dati per l'età, mediante l'analisi della covarianza, sono risultate differenze significative solo per l'indice acromio-iliaco ($P = 0.020$), per la somma delle 5 pliche cutanee ($P = 0.001$), per l'endomorfia ($p = 0.001$) e per la percentuale di massa grassa ($P = 0.001$). La somma delle 5 pliche, la percentuale di massa grassa e l'endomorfia assumevano valori significativamente più elevati nelle ginnaste della Regione Sardegna, mentre l'indice acromio-iliaco si presentava inferiore nelle Ginnaste della Squadra Nazionale Giovanile. Non si sono erano riscontrate, invece, differenze significative tra i due gruppi per la statura, per la massa magra e per la componente mesomorfica del somatotipo. La statura ed il peso delle ginnaste appartenenti ad entrambi i livelli agonistici risultano inferiori rispetto alla media della popolazione italiana non-sportiva di pari età (Cacciari *et al.*, 2006). Le ginnaste Nazionali si localizzavano al 10° percentile per il peso e la statura in rapporto all'età, mentre le ginnaste Regionali avevano una statura tra il 10° ed il 25° percentile ed un peso tra il 25° ed il 50° percentile in rapporto all'età.

Nessuna delle atlete esaminate aveva avuto la comparsa del menarca.

Studio Longitudinale breve: Comparazione dei dati

Le variabili delle 26 ginnaste appartenenti ai due livelli agonistici, misurate a distanza di 12 mesi dalla data della prima rilevazione, sono riportate in tabella 2.

Dopo aver aggiustato i dati per l'età, si sono riscontrate differenze significative tra i due gruppi solo per i parametri relativi alla massa grassa. Le ginnaste Regionali presentavano, infatti, valori significativamente più elevati per la componente endomorfica del somatotipo ($P = 0.001$) per la somma delle 5 pliche ($P = 0.001$) e per la percentuale di massa grassa ($P = 0.001$) rispetto alle ginnaste Nazionali.

Nessuna differenza significativa tra i due gruppi di atlete emergeva per l'indice acromio-iliaco, per la statura e per gli altri parametri antropometrici.

Le ginnaste Regionali mostravano una velocità di crescita per la statura che rientrava nei limiti inferiori del range di normalità (rispettivamente 5.0 cm/anno), mentre le ginnaste Nazionali presentavano una lieve riduzione della velocità di crescita (4.2 cm/anno), che scendeva mediamente al sotto dei 4.5 cm/anno.

L'incremento della statura da seduto, si presentava superiore nelle ginnaste Nazionali rispetto alle Regionali (rispettivamente 3.4% vs 1.8%), viceversa la lunghezza dell'arto inferiore risultava aumentata maggiormente nelle ginnaste Regionali (6.5%) rispetto alle Nazionali (2.8%).

Di conseguenza, i valori dell'indice schelico presentavano una riduzione dello 0.5% nelle ginnaste Nazionali ed un aumento del 4.6% nelle atlete Regionali.

Caratteristiche	Ginnaste Regionali (n=10)	Ginnaste Nazionali (n=16)
Età (anni)	10.15±1.7	11.98±1.0
Statura (cm)	133.59±8.1	139.35±8.1
Statura da Seduto (cm)	70.87±2.9	73.10±4.1
Lunghezza Arto Inferiore (cm)	62.72±5.4	66.25±3.9
Peso (kg)	31.45±7.2	33.58±5.0
Indice Schelico	88.39±5.1	90.70±3.0
Indice Acromio-iliaco	68.92±1.5	70.13±7.0
Somma delle 5 Pliche (mm)	37.80±10.3**	28.31±5.5**
BMI (kg/m ²)	17.36±2.0	17.21±1.1
FAT (%)	15.28±2.6***	12.13±1.1***
FFM (kg)	26.48±5.4	29.48±4.3
Età al Menarca	--	--
Endomorfia	2.83±0.6***	1.82±0.3***
Mesomorfia	4.38±0.6	4.69±0.6
Ectomorfia	2.52±0.6	3.08±0.8
Allenamento (h*7gg)	14.45±1.8**	26.09±6.4**

Tabella 2. Media±DS delle caratteristiche antropometriche, età ed allenamento nelle Ginnaste Nazionali e Regionali al termine dello studio. * $P<0.05$; ** $P\leq 0.01$, *** $P\leq 0.0001$.

Table 2. Mean±SD of the anthropometric characteristics, age, and training of the Regional and National gymnasts at the end of the study. * $P<0.05$; ** $P\leq 0.01$, *** $P\leq 0.0001$.

Le ginnaste Nazionali si localizzavano sempre al 10° percentile per il peso, mentre la statura si collocava al 5° percentile. In media, le ginnaste Regionali stabilizzavano la Statura tra il 10° ed il 25° percentile ed il peso si confermava tra il 25° ed il 50° percentile in rapporto all'età.

Nessuna delle ginnaste esaminate presentava la comparsa del menarca.

Le ginnaste Regionali mostravano un aumento annuo della percentuale di massa grassa e di massa magra (kg) rispettivamente del 2.3% e dell'1.2% più elevati rispetto alle ginnaste Nazionali ($P<0.05$). Anche il peso incrementava dello 0.7% in più nelle ginnaste Regionali rispetto alle Nazionali (11.7% vs 10.9%, rispettivamente).

Infine, mentre le ginnaste Nazionali mantenevano stabile il volume di allenamento (ore/settimana) durante l'anno, le atlete Regionali incrementavano il numero di ore per settimana del 14.2% rispetto all'anno precedente. La differenza nel numero di ore di allenamento per settimana continuava ad essere significativamente superiore ($P<0.05$) nelle ginnaste Nazionali rispetto a quelle Regionali (14.4 ore/settimana vs 26.0 ore/settimana, rispettivamente).

Frequenza della Bassa Statura e dell'incidenza di crescita modesta tra le ginnaste di livello Regionale e Nazionale

Studio Trasversale. Alla prima rilevazione, il 34.6% (n=9) di tutte le ginnaste esaminate (Regionali e Nazionali) erano classificate come soggetti con una bassa statura (età per statura al di sotto del 3° percentile) (Cacciari *et al.*, 2006). In relazione a questo risultato si riscontravano però alcune differenze non significative degne di nota ($\chi^2=1.53$; $P>0.05$) nelle frequenze percentuali tra i due livelli agonistici. Infatti, si riscontrava una percentuale maggiore di ginnaste Nazionali con bassa statura rispetto alle ginnaste Regionali (47.7%, n=7 vs 20.1%, n=2, rispettivamente).

Per ciò che concerne il peso corporeo, il 38.4% (n=10) di tutte le ginnaste esaminate, di cui nove Nazionali (56.2%) ed una Regionale (10.0%) ($\chi^2= 5.56$; $P<0.05$), presentavano un peso corporeo che scendeva al di sotto del quinto percentile in relazione all'età.

Ciononostante, la frequenza di sottopeso (peso corporeo al di sotto del 5° percentile) calcolata in base al BMI si presentava ridotta per entrambi i gruppi di ginnaste considerati globalmente (11.5%; n=3).

La distribuzione delle frequenze relative alla Velocità di Crescita per la Statura nell'intero campione di ginnaste esaminato (n=26) è rappresentata nel Grafico 1.

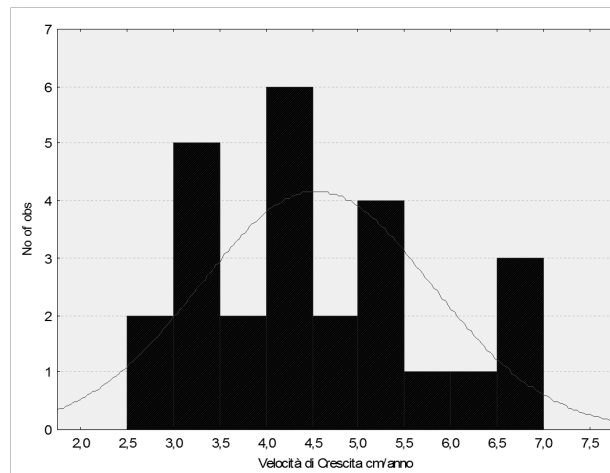


Figura 1. Distribuzione delle frequenze relative alla velocità di crescita per la statura (cm/anno) nel gruppo di ginnaste esaminato (Regionali e Nazionali; n=26).

Figure 1. Frequencies distribution of growth rate in height (cm/yr) in the sample of gymnasts (Regional and National; n=26).

Si riscontravano differenze significative ($\chi^2=5.10$; $P<0.005$) nella distribuzione della riduzione della velocità di crescita (velocità di crescita inferiore a 4.50 cm/anno), che si presentava con una frequenza superiore nelle ginnaste Nazionali (75%, n=12) rispetto alle ginnaste Regionali (30%, n=3).

Nelle ginnaste con riduzione dell'accrescimento, la media della velocità di crescita risultava di 3.61 ± 0.5 cm/anno nelle ginnaste Nazionali e 3.87 ± 0.5 cm/anno nelle atlete Regionali. Nelle rimanenti ginnaste, la media della velocità di crescita risultava essere di 5.98 ± 0.7 cm/anno nelle atlete Nazionali e di 5.57 ± 0.9 cm/anno nelle ginnaste Regionali. Le ginnaste che presentavano una velocità di crescita inferiore ai 4.5 cm/anno erano quelle che, alla prima rilevazione, venivano classificate come soggetti con bassa statura (al di sotto del 3° percentile in rapporto all'età).

Discussioni

I risultati evidenziati nel presente lavoro indicano che, in generale ed a prescindere dal livello agonistico, vi è una tendenza alla bassa statura ed a una diminuzione della velocità di crescita (velocità di crescita per la statura al di sotto 4.5cm/anno) nel campione di ginnaste esaminato.

In particolare, le ginnaste d'élite (gruppo Nazionale) mostrano una diminuzione nella velocità di crescita per la statura significativamente maggiore rispetto alle ginnaste di livello agonistico inferiore (gruppo Regionale).

L'analisi della percentuale di crescita individuale ha rivelato infatti un'alta frequenza (75%) di alterazione nella crescita nel gruppo di ginnaste Nazionali rispetto alle ginnaste Regionali (30%).

La tendenza alla diminuzione della velocità di crescita per la statura, osservata nel campione esaminato, rientra nei risultati degli studi che suggeriscono, per le ginnaste d'élite, un modello auxologico di crescita lenta e maturazione ritardata (Bass *et al.*, 2000; Theintz *et al.*, 1993; Ziemilska 1985; Zonderland *et al.*, 1997).

Rispetto alla frequenza totale delle alterazioni staturali da noi osservate nel 57% delle ginnaste, ricordiamo che l'unico studio che si è occupato dell'argomento (Daly *et al.*, 2005) ha messo in evidenza che 10 su 41 ginnaste seguite longitudinalmente avevano una statura, sia all'inizio dell'indagine che dopo 12 mesi, al di sotto del 3P. Inoltre, gli stessi autori riscontravano un'alta frequenza (35%) di alterazione della velocità di crescita in ginnaste di livello intermedio ed avanzato.

Altri studi longitudinali a breve termine, condotti su ginnaste d'élite, hanno riportato una diminuzione della velocità di crescita con intensi allenamenti durante la pubertà (Bass *et al.*, 2000; Theintz *et al.*, 1993).

Alcuni autori hanno osservato, durante periodi di riduzione dell'allenamento (Lindholm *et al.*, 1994; Leglise, 1998; Olympic Gymnastics Controversy, 1996) o nei mesi successivi al ritiro delle ginnaste dall'attività (Bass, 2000; Bass *et al.*, 2000; Costantini, 1997; Costantini *et al.*, 1997; Tveit-Milligan *et al.*, 1993) un aumento della velocità di crescita, fornendo ulteriori evidenze di come l'accrescimento potrebbe essere influenzato dall'allenamento.

In uno studio semi-longitudinale condotto su un gruppo di ginnaste britanniche di età compresa tra gli 8 e i 17 anni, seguite per 3 anni, si è riscontrata una statura al di sotto della media relativa agli standard di riferimento inglesi fino all'età di 16 anni, che però si riportava entro il range di riferimento per la popolazione non-sportiva all'età di 17 anni (Baxter Jones and Helms, 1996). Questo risultato suggerisce come le ginnaste sperimentino una situazione di ritardo nell'accrescimento a cui fa seguito una successiva stabilizzazione verso i valori normali. Sono tuttavia necessari nuovi studi in quanto le evidenze, circa il raggiungimento della "normale" statura da parte delle ginnaste dopo il ritiro dall'attività, non sono conclusive (Bass, 2000; Bass *et al.*, 2000; Lindholm *et al.*, 1995; Costantini, 1997; Costantini *et al.*, 1997; Tveit-Milligan *et al.*, 1993).

Un altro aspetto che si deve tenere in considerazione è che, nel presente studio, le ginnaste Nazionali presentavano una percentuale di massa grassa, sia alla prima rilevazione (F%=11.2) che nei 12 mesi successivi (F%=12.1), significativamente minore rispetto alle colleghe di livello agonistico inferiore (1° rilevazione; F%=13.8%; 2° rilevazione; F%=15.2%).

Anche la velocità di crescita per la massa grassa e per la massa magra, risultava inferiore nelle ginnaste Nazionali rispetto alle Regionali, nonostante queste ultime presentassero di per sé una percentuale di massa grassa significativamente superiore.

Inoltre, la proporzione di ginnaste Nazionali e Regionali che presentava un peso in rapporto all'età sotto al 5P (Livello Nazionale 9 su 16; Livello Regionale 1 su 10) risultava significativamente diversa.

E' utile in tal contesto evidenziare come un adeguato aumento del peso e del grasso corporeo siano fattori essenziali per la normale crescita (Preece and Baines, 1978). E' noto, infatti, che una percentuale di grasso minima risulta essere necessaria per la funzione riproduttiva, tanto che una perdita di grasso eccessiva conduce generalmente ad amenorrea secondaria.

In considerazione di ciò, è possibile che la maggiore percentuale di attenuazione della crescita nelle ginnaste di livello avanzato possa essere ricondotta in parte ad un basso peso corporeo associato ad un bilancio energetico negativo. Sebbene in questo studio la totale prevalenza del sottopeso (basato sul BMI per l'età sotto il 5° percentile) fosse molto bassa (4.4% delle ginnaste), in altri lavori è stato dimostrato come le ginnaste d'élite abbiano in media un apporto energetico carente di 275-1200 Kcal rispetto ai valori nazionali raccomandati (Caine *et al.*, 2001). Occorre però in tal contesto evidenziare come i valori osservati di BMI potrebbero riflettere essenzialmente gli elevati livelli di massa muscolare riscontrati nel campione di atlete esaminato.

Altri risultati riportano una restrizione calorica nelle ginnaste di livello avanzato durante l'adolescenza, un periodo che può essere particolarmente sensibile ai fattori nutrizionali (Caine *et al.*, 2001).

Nonostante nel presente lavoro non sia stata considerata la dieta, il basso peso corporeo delle ginnaste Nazionali (in media al 10P) e la loro bassa percentuale di massa grassa potrebbero riflettere un bilancio energetico negativo, il quale, come è noto, è associato ad una ridotta velocità di crescita, una ritardata maturazione ed una bassa concentrazione nel siero dei livelli di somatomedina (Bass *et al.*, 2000; Jahreis *et al.*, 1991).

Un supporto a questa ipotesi lo si riscontra in letteratura in diversi lavori condotti su gemelli (Costantini *et al.*, 1997; Tveit-Milligan *et al.*, 1993).

Una delle difficoltà che s'incontrano nell'interpretazione dei dati trasversali e longitudinali è rappresentata dal fatto che non tutte le ginnaste sembrano possedere lo stesso rischio di riduzione nella crescita e ritardata maturazione. I dati di gruppo, infatti, intendono descrivere la

media dei pattern di crescita nelle ginnaste, mascherando gli individui con aumentato rischio o che vivono una situazione di alterazioni della crescita (Caine *et al.*, 2003; Daly *et al.*, 2002).

Nel campione esaminato nel presente lavoro, si è riscontrato che il 75% delle ginnaste Nazionali ed il 30% delle ginnaste Regionali, esprimono una crescita alterata (velocità di crescita staturale inferiore a 4,5 cm/anno) durante i 12 mesi successivi alla prima rilevazione.

Questa percentuale è notevolmente più elevata di quella tipicamente osservata nei coetanei non-sportivi di pari età. Per esempio, Lindsay *et al.* (1994) seguirono più di 79.000 bambini e riportarono che solo lo 0.7% aveva una percentuale di crescita minore di 5 cm all'anno.

Sebbene il numero delle ginnaste analizzate nel presente studio sia relativamente piccolo, i risultati ottenuti sostengono l'ipotesi che gli allenamenti ginnici possano essere associati ad una temporanea riduzione della crescita, in una buona percentuale di ginnaste d'élite ed in alcune ginnaste di livello agonistico inferiore.

Anche se i risultati non consentono di dimostrare un nesso di causalità tra allenamento ed alterazione nella crescita, accettare che la riduzione della velocità di crescita sia dovuta semplicemente alla selezione per soggetti con una "normale" ritardata maturazione e/o fattori famigliari può mascherare importanti variazioni che dovrebbero, viceversa, essere sottoposte a verifica.

La letteratura riconosce la difficoltà di stabilire un nesso di causalità tra allenamento ginnico, riduzione della velocità di crescita e ritardata maturazione, dovuta principalmente alla complessa interazione tra fattori genetici e ambientali.

Ciononostante, è molto probabile che il rigoroso criterio di selezione nella ginnastica possa essere un fattore d'incidenza nelle basse stature e nella ritardata maturazione delle atlete, ma non si conosce se i fattori ambientali contribuiscano ad alterazioni della crescita in alcune ginnaste.

Tra i limiti del presente lavoro vi è la tipologia del disegno sperimentale adottato, rappresentato da uno studio longitudinale a breve termine, con solo due rilevazioni che non consentono di ottenere una adeguata cinetica per la crescita della statura e del peso.

Un altro limite è rappresentato dal fatto che non sono state misurate le stature dei genitori delle ginnaste e quindi non è stato possibile fornire una stima della statura da adulto, né si è potuto determinare se la bassa statura e la riduzione della velocità di crescita fossero di origine famigliare.

Conclusioni

Nel presente studio si è riscontrato come le ginnaste di entrambi i livelli agonistici, Regionale e Nazionale, tendano ad esibire una bassa statura con un rallentamento della velocità di crescita simile a quello delle ginnaste aventi scarsa, normale e lenta maturazione.

Tuttavia, l'alta frequenza di alterazione nella crescita in entrambi i gruppi di ginnaste, con particolare riferimento alle ginnaste Nazionali, indica come una prolungata partecipazione agli allenamenti ed alle competizioni di ginnastica artistica possa alterare il normale pattern di crescita temporale in alcune, ma non in tutte, le ginnaste a prescindere dal loro livello competitivo.

Inoltre, le alterazioni sopra descritte si presentano in maniera più o meno marcata in funzione del volume di allenamento a cui sono sottoposte le ginnaste.

Anche se nel presente studio non è stato possibile determinare il meccanismo che contribuisce all'alterazione della normale velocità di crescita, è consigliabile che qualsiasi ginnasta, la cui statura sia al di sotto del 5° percentile o che presenti un ritardo nella crescita (con una velocità minore di 4.5 cm/anno), venga sottoposta a valutazioni per individuare eventuali patologie.

Sono pertanto necessari ulteriori studi longitudinali, estesi dall'infanzia all'adolescenza, che considerino contemporaneamente i fattori genetici, nutrizionali, metabolici, endocrini, il carico di allenamento e prendano di riferimento appropriati gruppi di controllo formati da soggetti con scarsa, normale e ritardata maturazione. Ciò al fine di poter determinare se gli allenamenti della ginnastica artistica possano, in se stessi, alterare il ritmo, il tempo e le percentuali di crescita e maturazione nelle giovani atlete.

Bibliografia

- Bass, S., 2000 Evidence of catch-up growth in periods of reduced training. Symposium presentation, Pre-Olympic Scientific Congress, Brisbane, Sept 9, 2000.
- Bass, S., Bradney, M., Pearce, G., Hendrich, E., Stuckey, S., Lo SK., Seeman, E., 2000, Short stature and delayed puberty in gymnasts: influence of selection bias on leg length and the duration of training on trunk length. *Journal of Pediatrics*, 136,149-155.
- Baxter-Jones, A.D.J., Mafulli, N., Mirwald, R., 2003, Does elite competition inhibit growth and delay maturation in some gymnasts? Probably not. *Pediatric Exercise Science*, 15,373-382.
- Baxter-Jones, A.D.J., and Helms. P.J., 1996, Effects of training at a young age: A review of the training of young athletes (TOYA) Study. *Pediatric Exercise Science*, 8,310-327.
- Bayos, I.A., Bergeles, N.K., Apostolidis, N.G., Noutsos, K.S., Koskolou, M.D., 2006, Anthropometric, body composition and somatotype differences of Greek elite female basketball, volleyball and handball players. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 46,271-280.
- Cacciari, E., Milani, S., Balsamo, A., Spada, E., Bona, G., Cavallo, S., Cerruti, F., Gargantini, L., Greggio, N., Tonini, G., Cicognani, A., 2006, Italian cross-sectional growth charts for height, weight and BMI (2 to 20 yr). *Journal of Endocrinological Investigation*, 29,581-593.
- Caine, D., Lewis, R., O'Connor, P., Howe, W. Bass, S., 2001, Does gymnastics training inhibit growth of females? *Clinical Journal of Sport Medicine*, 11,260-270.
- Caine, D., Bass, S., Daly R., 2003, Does elite competition inhibit growth and delay maturation in some gymnasts? Quite possibly. *Pediatric Exercise Science*, 15,360-372.
- Carter, J.E.L., 1980, *The Heath-Carter Somatotype Method*. San Diego, CA (San Diego State University Syllabus Service).
- Carter, J.E.L., Heath, B.H., 1990, *Somatotyping-Development and Applications* (Cambridge, UK: Cambridge University Press).
- Claessens, A.L., 1999, Elite female gymnasts: A kinanthropometric overview, (Johnston FE., Eveleth P., Zemel B. eds: *Human Growth in Context* London, Smith-Gordon) pp 273-280.
- Constantini, N.W., 1997, Personal communication, American College of Sports Medicine Annual Meeting, Seattle, May 29.
- Constantini, N.W., Brautber, C., Manny, N., S. Ish-Shalom, 1999, Differences in growth and maturation in twin athletes. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 29(suppl),150.
- Daly, M.R., Bass, S., Caine, D., Howe, W., 2002, Does training affect growth? Answers to common questions. *The Physician and sportsmedicine*, 30,21-29.
- Daly, M.R., Caine, D., Bass, S.L., Pieter, W., Broekhoff, J., 2005, Growth of Highly versus Moderately Trained Competitive Female Artistic Gymnasts. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 37, 1053-1060.
- Damsgaard, R., Bencke, J., Matthiesen, G., Petersen, J.H., Müller, J., 2000, Is prepubertal growth adversely affected by sport? *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 32,1698-1703.
- Jahreis, G., Kauf, E., Fröhner, G., Schmidt, H.E., 1991, Influence of intensive exercise on insulin-like growth factor I, thyroid and steroid hormones in female gymnasts. *Growth regulation*, 1,95-99.
- Leglise, M., 1998, Limits on young gymnasts' involvement in high-level sport. *Technique*,18,8-14.
- Lifshitz, F., Cervantes, C., 1996, Short Stature. In: *Pediatric Endocrinology. A Clinical Guide* (Lifshitz Ed. F. New York: Marcel Dekker, Inc.) pp 3-25.
- Lindholm, C., Hagenfeldt, K., Ringertz, B.M., 1994, Pubertal development in elite juvenile gymnast: Effects of physical training. *Acta obstetricia et gynecologica Scandinavica*, 73,269-273.
- Malina, R.M., 1999, Growth and maturation of elite female gymnasts: is training a factor?. In: *Human growth in context* (Johnston, Zemel Eveleth Ed) pp 291-301.
- Olympic Gymnastics Controversy, 1996, *Sports Medicine Digest*, 97,105-107.
- Peltenburg, A.L., Erich, W.B.M., Zonderland, M.L., Bernink, M.J., VanDenBrande, J.L., Huisveld, I.A., VanDenBrande, J.L., Huisveld, I.A., 1984, A retrospective growth study of female gymnasts and girl swimmers. *International Journal of Sports Medicine*, 5,262-267.

- Preece, M.A., Baines, M.J., 1978, A new family of mathematical models describing the human growth curve. *Annals of Human Biology*, 5,1-24.
- Slaughter, M.H., Lohman, T.G., Boileau, R.A., Horswill, C.A, Stillman, R.J., Van Loan, M.D., Bembien, D.A., 1988, Skinfold equations for estimation of body fatness in children and youth. *Human Biology*, 5,709-723.
- Theintz, GE., Howald, H., Weiss, U., Sizonenko, P.C., 1993, Evidence for a reduction of growth potential in adolescent female gymnasts. *The Journal of pediatrics*, 122,306-313.
- Tveit-Milligan, P., Spindler, A.A, Nichols, J.E., 1993, Genes and gymnastics: A case study of triplets. *Sports Medicine, Training and Rehabilitation*, 4,47-52.
- USA Gymnastics Stats of 2003, 2003, USA Gymnastics Magazine, 33,42.
- Weiner, J.S., Lourie, J.A., 1981, *Practical Human Biology* (Academic Press, London).
- World Health Organization, 1995, Physical status: the use and interpretation of anthropometry. Report of WHO Expert Committee. *World Health Organ Tech Rep Ser*, 854,1-452.
- Ziemilska, A., 1985, Effects of intensive gymnastics training on growth and maturation of children. *Biology of Sport*, 2,279-293.
- Zonderland, M.L., Claessens, A.L., Lefevre, J., Philippaerts, R., Thomis, M., 1997, Delayed growth and decreased energy intake in female gymnasts. *European Journal of Physical Education*, 2,151-151.