

## Fisiologia dello sport adattata a bambini e adolescenti



### **Riassunto:**

La pratica dello sport nei bambini e negli adolescenti richiede un'attenzione particolare da parte di educatori e allenatori sportivi, perché le loro prestazioni e i loro livelli di pratica e assimilazione dipendono dallo stadio di maturazione e sviluppo fisico che hanno raggiunto. La conoscenza dei cambiamenti fisiologici e delle caratteristiche fisiche e psicologiche che scandiscono ogni fase di maturazione e sviluppo è necessaria per gli educatori sportivi, al fine di adeguare il contenuto delle sessioni delle attività fisico/sportive, non solo in relazione all'obiettivo sportivo ma anche in base alle esigenze biologiche e limiti del bambino, al fine di evitare lesioni irreversibili nello sviluppo di questi bambini.

### **Introduzione:**

La crescente partecipazione dei bambini alle attività fisiche nella scuola primaria li incoraggia a proseguire la pratica di uno sport al di fuori del quadro scolastico, molto spesso all'interno delle associazioni. Ciò implica, molto spesso a questa età, la partecipazione a gare, e quindi l'esercizio di una regolare attività fisica, diverse ore alla settimana (allenamento), per affrontare la gara nelle migliori condizioni, cioè con il minimo della fatica e rischi traumatici e il massimo del successo. Il ruolo dell'educatore è di guidare questa pratica ma anche di promuoverla. Per fare ciò deve conoscere le proprietà specifiche che caratterizzano il bambino in piena crescita fisica e fisiologica (psichica) e avere cura di adeguare il contenuto di tali sedute (in ambito scolastico o associativo), alle reali esigenze del bambino e l'adolescente, al fine di garantire uno sviluppo ottimale di questa fascia di età in un quadro sano ed efficace.

In questo documento, faremo riferimento ad una serie di informazioni sugli studi più recenti e che dimostrano le differenze tra adulti, bambini e adolescenti, in termini di sviluppo fisico e fisiologico, in relazione alla pratica di attività fisiche e sportive.

### **Qualche cenno sulla crescita e maturazione fisiologica del bambino**

#### **1. Modifica delle proporzioni del corpo**

I diversi segmenti corporei non si modificano allo stesso modo con l'età. C'è un'accelerazione della crescita durante la pubertà. L'accrescimento è centripeto: i piedi e le mani maturano prima degli avambracci e delle gambe. L'accrescimento staturale predomina negli arti inferiori prima della pubertà e nella colonna vertebrale durante la pubertà (lo scatto puberale è dovuto praticamente al solo segmento superiore, cioè all'aumento in altezza delle vertebre) (Erwin, 1991, p25)

La pubertà è un periodo molto caratteristico in funzione della persona (anticipo o ritardo) il tutto sta nel far coincidere l'età biologica (età ossea/età staturale) con l'età cronologica (problematica). È l'età ossea che determina l'età fisiologica del bambino ed è quindi questo che si deve considerare per determinare la fascia d'età per la pratica sportiva, ciò avviene tramite una radiografia del polso sinistro che solo gli specialisti sanno interpretare (Dupuis et al., 2001, p05)

### **1.1 Crescita e metabolismo nei bambini**

- Il metabolismo basale è dal 20 al 30% superiore a quello degli adulti, quindi, è necessario un apporto nutrizionale più elevato. Questo metabolismo di base è un problema per i bambini che praticano uno sport in questo periodo, perché l'energia assorbita per praticare attività sportiva/motoria va a discapito dello sviluppo del metabolismo, questo accade anche nelle donne ma è meno importante.
- C'è anche un aumento della lunghezza del muscolo che è di fatto un'aggiunta di sarcomeri alla loro estremità. Si arriva a una massa muscolare adulta tra i 16 e i 20 anni nelle donne e tra i 18 e i 25 anni negli uomini (c'è sempre un intervallo di 2 anni con donne e uomini) (Catterroy et al., 2002, p12)
- La dimensione del cuore aumenta dalla nascita alla maturità e la curva che segue il cuore è proporzionale a quella del peso. Questo aumento è correlato all'aumento delle dimensioni delle fibre muscolari. - Il volume del cuore alla nascita è di 40 cm<sup>3</sup>, 80 cm<sup>3</sup> a 6 mesi, 160 cm<sup>3</sup> a 2 anni e da 600 a 800 cm<sup>3</sup> per i giovani adulti (Catterroy et al., 2002; Weineck, 1997, p125)

### **1.2 Frequenza cardiaca**

140 bpm per il neonato, 100 a 1 anno, 80 a 6 anni e 70 bpm a 10 anni.

Prima dei dieci anni non c'è differenza tra ragazzi e ragazze. Dopo 10 anni, la frequenza cardiaca delle ragazze è in media da 3 a 5 bpm in più alta di quella dei ragazzi (Fabiano, 2010, P15)

### **1.3 Volume del sangue**

Esiste una stretta relazione tra volume di sangue e la massa corporea. Il giovane adulto ha circa 5 litri di sangue mentre un neonato ne ha solo da 0,3 a 0,4 (Erwin, 1991, P24; Fabiano, 2010, P12)

### **1.4 Globuli rossi ed emoglobina nel sangue**

C'è un costante aumento dei globuli rossi fino a 5,5 milioni negli uomini e 4,6 milioni nelle donne. Una differenza si vede solo al momento della pubertà.

Il livello di emoglobina negli adulti è di 16g per 100 ml di sangue negli uomini e di 14g nelle donne (Laurent, 2010, p15)

Se guardiamo a questi dati arriviamo ad un deficit di 100g di Hb nella donna rispetto a un uomo della stessa età.

### **1.5 L'apparato respiratorio**

I polmoni presenti alla nascita variano da 60 a 70g e aumenteranno gradualmente fino a moltiplicare il loro peso per 20 in età adulta. Le dimensioni e il peso dei polmoni aumentano con lo sviluppo in altezza. Il numero di alveoli polmonari alla nascita è di 20 milioni, dall'età di 8 anni raggiunge il suo massimo con 300 milioni.

La frequenza ventilatoria è di 40 cicli/min alla nascita, 30 a 1 anno, 22 a 5,6 anni e da 16 a 17 nei giovani adulti (Chaplot, 2010, p06).

### **1.6 Termoregolazione**

Ci sono differenze tra adulti e bambini. La superficie corporea è più piccola nei bambini. Ma se lo riduciamo al peso, abbiamo una superficie di 280 cm/kg negli adulti e di 380 cm/kg nei bambini (36% in più). Nonostante la sua superficie maggiore, il bambino ha un tasso di sudorazione inferiore rispetto all'adulto, il tasso di sudore per ghiandola sudoripare è 2,5 volte inferiore nei bambini rispetto agli adulti non solo a riposo, ma durante qualsiasi tipo di sforzo (*Erwin, 1991, P18; Dupuis et al., 2001, p44*). Il bambino produce sudore più tardi dell'adulto, quindi la temperatura necessaria per la comparsa del sudore è più alta nel bambino che nell'adulto. Soglia di attività dell'ipotalamo (centro di regolazione della temperatura) = Aumento del rischio di incidente cardiovascolare.

### **1.7 Crescita e sviluppo del cervello**

Il sistema nervoso arriva alla maturità molto presto. Questo è possibile perché le ossa del cranio non sono saldate, quindi, il cervello può aumentare di volume.

Dall'età di 6 o 7 anni, il cervello raggiunge il 90-95% del suo volume adulto, mentre il resto del corpo è solo al 50% del suo sviluppo. Questo aumento del volume del cervello è dovuto all'aumento delle connessioni (dendriti) che si stabiliscono tra i neuroni. Lo sviluppo avviene attraverso i movimenti (*Dupuis et al., 2001, p125*)

A causa del rapido sviluppo del cervello e della grande capacità funzionale nel campo della coordinazione ad esso legata, il sistema nervoso centrale è già funzionante in modo distinto (maggiore plasticità nelle diverse aree cerebrali), ed è necessario porre l'enfasi soprattutto, nel bambino, sulla costruzione ottimale di abilità motorie e tecniche diversificate, nonché sull'ampliamento della gamma delle possibilità motorie del bambino e del suo repertorio motorio (o esperienze motorie). (*Fabiano, 2010, p16*)

## **2. Confronto delle capacità motorie in bambini, adolescenti e adulti**

### **2.1 Forza**

#### **2.2 Nei bambini in età prepuberale**

- Nei bambini (come negli adulti e negli adolescenti), la forza per kg di massa magra è identica nei maschi e nelle femmine.
- Il più alto incremento della forza si evidenzia, nelle ragazze tra 11,5 e 12,5 anni (prima della pubertà) e tra 14,5 e 15,5 anni nei ragazzi (un anno dopo il picco di crescita). Fino all'età di dieci anni, la forza è identica tra ragazzi e ragazze.
- La differenziazione delle fibre (1,2b, 2a) avviene principalmente nella fase fetale (l'ultimo trimestre) e durante i primi 2 anni di vita.
- Gli studi mostrano una percentuale più alta di fibre di tipo 1 nei bambini (+10%) rispetto agli adulti in alcuni muscoli (*Laurent, 2010, P: 14; Francis, 2005, P: 133*)
- L'idrolisi dell'ATP rimane moderata al massimo sforzo e la ricostituzione dello stock di ATP è limitata dal suo potenziale glicolitico inferiore.
- L'allenamento pre-puberale aumenterebbe la forza dal 20 al 45% (con serie a 10 RM per 9 settimane) ma senza essere accompagnato da un aumento del volume muscolare (bassa presenza di ormoni sessuali). (*Chapelot, 2010, p225*)
- Studi su ragazzi di 14 anni non hanno mostrato danni alle ossa dopo un ciclo di allenamento con i pesi di 14 settimane.
- L'arco vertebrale deve essere protetto e la muscolatura di sostegno sollecitata.

#### **2.3 Negli adolescenti**

- C'è un'accelerazione nell'aumento della forza nei ragazzi e un rallentamento (o addirittura una stagnazione) nelle ragazze. Ciò è dovuto agli effetti degli ormoni androgeni (più degli estrogeni) sulla massa muscolare. Il testosterone (ormone androgeno ma presente nelle donne in quantità minori) aumenta l'anabolismo proteico (*Dupuis et al., 2001, p185*)

- Non esiste un'età critica per lo sviluppo della forza: la capacità di allenare la forza fisica continua a crescere dall'adolescenza all'età adulta.

## **2.4 Raccomandazioni per l'allenamento della forza (Erwin, 1991; Dupuis et al, 2001; Weineck, 1997; Laurent, 2010)**

Fino a 12 anni

- Sviluppo naturale della forza, senza sovraccaricare con pesi e manubri, ma con il peso corporeo (esercizi a carico naturale) o sotto forma di giochi (palle mediche, percorsi ad ostacoli, ecc.) per ottimizzare lo sviluppo motorio.

Dai 13 ai 14 anni

- Introduzione all'allenamento della forza rispettando la crescita e lo sviluppo fisico dei giovani. È necessario mirare all'apprendimento gestuale degli esercizi utilizzando il lavoro sub-massimale (con carico).

Dai 15 ai 16 anni

- Sviluppo delle qualità di forza-resistenza e forza massima, preferibilmente toccando l'area dell'ipertrofia muscolare. È necessario soffermarsi sull'equilibrio delle masse muscolari per ottenere uno sviluppo armonioso e generale del corpo.

17 anni e oltre

- Sviluppo della forza massima e delle qualità muscolari specifiche della disciplina sportiva.
- Frequenza: da 2 a 3 sedute/settimana
- Durata: circa 30 min/seduta
- Ripetizioni: da 6 a 15 ripetizioni (non R.M).
- Resistenza: progressiva mantenendo gesti perfetti.

## **2.5 Sintesi sulla forza (Erwin,1991; Dupuis et al.,2001; Fabiano,2010; Laurent,2010)**

- Gli aumenti di forza nell'infanzia sono dovuti a adattamenti nervosi (non all'ipertrofia)
- Nell'adolescenza i guadagni sono legati a una combinazione di fattori nervosi e fattori strutturali
- Un eccessivo allenamento della forza potrebbe comportare alcuni rischi per la crescita: trauma della cartilagine della crescita, fratture epifisarie, rottura dei dischi intervertebrali.
- L'incremento di forza più evidente avviene, nelle ragazze verso 11,5-12,5 anni (prima della pubertà) e tra 14,5 e 15,5 anni nei ragazzi (un anno dopo il picco di crescita), Fino a 10 anni la forza è identica nei maschi e nelle femmine.

## **3. Velocità (sistema anaerobico/alattacido)**

### **3.1 Nei bambini in età prepuberale**

- Le riserve muscolari di ATP e PC (attività enzimatica) e la cinetica di contrazione sono identiche nei bambini, negli adolescenti e negli adulti. La capacità elastica del muscolo, invece, migliora con la crescita.
- Le concentrazioni basali di glicogeno epatico e muscolare (g/kg) sono inferiori nei bambini (50%) rispetto agli adulti (*Fabiano,2010, p20*)
- Fino all'età di dieci anni, il livello di velocità gestuale è fortemente legato alla maturazione nervosa e alla capacità di coordinazione (Importanza di iniziare il lavoro di velocità molto presto nella scuola dell'infanzia e nella scuola primaria).
- Nella corsa, e fino ai nove anni, c'è un miglioramento della frequenza. Successivamente le prestazioni aumentano per un aumento dell'ampiezza del passo.
- La potenza massima (che sollecita principalmente il sistema anaerobico lattacido) aumenta regolarmente nei ragazzi fino a 19/20 anni e si stabilizza nelle ragazze a partire dai 14 anni. È identica per ragazze e ragazzi fino a 12 anni.

- Prestazioni inferiori nella velocità di resistenza nei bambini potrebbero essere spiegate da un potenziale anaerobico lattacido inferiore rispetto agli adulti (resistenza). Tuttavia, l'allenamento dei bambini sedentari ha mostrato progressi nella Pmax dal 14 al 23% (Erwin, 1991, p123; Dupuis et al., 2001, p244).
- La pratica di esercizi di velocità in fase pre-puberale migliora la velocità gestuale e la velocità di corsa (bambini di 11/14 anni con allenamento regolare: guadagno da 1 a 1,5m/s). Nella velocità gestuale, i bambini possono progredire più degli adulti con un allenamento simile.

### 3.2 Sintesi sulla velocità

- La velocità è geneticamente determinata
- Proporre esercizi orientati alla velocità dall'età di 6-7 anni (maturazione della corteccia cerebrale)
- Nell'infanzia, miglioramento della velocità principalmente attraverso l'adattamento della coordinazione intramuscolare, intermuscolare (tecnica) e dovuto al rapporto meccanico.
- Nella prima adolescenza (11-13 anni), il miglioramento della velocità è dovuto alla maturazione fisiologica (glicolisi) e all'aumento della forza muscolare (ormoni). (Weineck, 1997)

### 3.3 Resistenza (sistema anaerobico/lattacido)

#### a) Nei bambini in età prepuberale

- L'immaturità del funzionamento della glicolisi nei bambini in età prepuberale è dovuta a 2 fattori combinati: a) minore disponibilità di glicogeno; enzimi glicolitici; b) meno efficaci (PFK - mobilitati al 30% degli adulti - e LDH). (*l'enzima piruvatofosfofruttokinasi (PFK), limita la glicolisi e quindi la produzione di piruvato e lattato*)
- La ricerca ha dimostrato che i livelli di acido lattico sono collegati ai livelli di testosterone nel sangue. Molti lavori stabiliscono che la bassa maturità del sistema anaerobico non costituisce un ostacolo al miglioramento di questa qualità nei bambini. (7-9 anni) Tuttavia, lo studio della letteratura internazionale non menziona mai alcun pericolo relativo alla concentrazione lattacida nei bambini e negli adolescenti. Ci si può interrogare sulle origini di questa credenza che sembra non avere alcun fondamento scientifico (nessun pericolo particolare a livello cardiaco). Negli sforzi aerobici (dall'80 al 120% della VAM) il bambino produce meno acido lattico dell'adulto. Questa produzione di acido lattico, anche se interferisce con il perseguimento dell'esercizio, non sembra in alcun modo pericolosa né per i bambini né per gli adolescenti (Dupuis et al, 2001, p124; Weineck, 1997; Prioux et al, 2001, p306-314). Tuttavia, occorre prestare attenzione a livello psicologico, perché la natura stressante di questo tipo di esercizio induce prestazioni precoci ma anche una carriera di ridotta longevità. Inoltre, se l'allenamento non è ben dosato, possono verificarsi traumi osteo-articolari (forte impatto a terra).
- Fino a 12 anni, nessuna differenza tra ragazze e ragazzi.
- L'esercizio anaerobico nei bambini aumenta le riserve muscolari di ATP, PC e glicogeno, con una maggiore stimolazione degli enzimi glicolitici (+35%). Questo miglioramento rimane temporaneo, l'interruzione dell'allenamento riporta il giovane atleta alle sue attività enzimatiche basali. (Dupuis et al. ; 2001, p233; Francesco, 2005, p200)

### 3.4 Allenamento della resistenza anaerobica lattacida

- ✓ Prima del PCRS e anche durante i due anni successivi, l'allenamento della resistenza anaerobica lattacida in modo sistematico non è raccomandato.
- ✓ L'allenamento di resistenza anaerobica lattacida può essere considerato senza restrizioni dai 16-17 anni per le ragazze, dai 17-18 anni per i ragazzi.
- ✓ L'allenamento dovrebbe essere molto progressivo e periodicamente periodizzato. La durata dello stimolo è di 20-120" con recupero quasi completo tra le ripetizioni e completo tra le serie.

- ✓ Limitato volume totale di sforzo, intensità molto elevata (al PAM), frequenza di allenamento limitata. (Erwin, 1991; Prioux et al., 2001, p306 -314)

#### **4. Endurance (settore aerobico)**

##### **4.1** Nei bambini in età prepuberale

- L'influenza principale sul VO<sub>2</sub> max è dovuta a tre elementi chiave: ereditarietà, crescita/sviluppo e allenamento. Gli studi sull'ereditarietà mostrano che dal 50 al 70% della variabilità del VO<sub>2</sub> max può essere spiegata da differenze ereditarie. (Kemper et al., 1995, p29-38)
- Il ruolo svolto dal metabolismo aerobico nell'apporto energetico totale è maggiore nei bambini che negli adulti. Il sistema aerobico è impostato molto più rapidamente nei bambini e il recupero è più rapido nei bambini. Il plateau VO<sub>2</sub> viene raggiunto prima nei bambini (1-3 min nei bambini - 5 min nell'adulto sedentario). (Erikson, 1972, p23; Flandroi, 1980, p45; Macek e Vavra, 1980, p12; Armon, 1991, p22) (Laurent, 2010, p45)
- C'è un precedente e più intenso confronto delle ossidazioni respiratorie (a livello del ciclo di Krebs).
- Prima della pubertà, il VO<sub>2</sub> max è simile nei ragazzi e nelle ragazze ed è dovuto all'aumento della massa muscolare nei ragazzi (aumento della domanda di O<sub>2</sub> durante gli sforzi) (Erwin, 1991, p123)
- Il bambino ha meno economia di corsa rispetto a un adulto, quindi una buona prestazione.
- I bambini hanno un numero maggiore di mitocondri (sede di reazioni biochimiche aerobiche) rispetto agli adulti e una maggiore quantità di enzimi ossidativi rispetto a quelli della glicolisi.
- In allenamento: se l'intensità dello sforzo è abbastanza alta, possiamo quindi avere un aumento dal 10 al 20% del VO<sub>2</sub> max (*ancora controverso*).
- Il periodo ottimale per lo sviluppo della resistenza prima del picco della pubertà è attualmente contestato da diversi studi, che lo situano durante il picco della crescita, nella piena pubertà (*questo è ancora in discussione*).
- La termolisi sudorale (eliminazione del calore) è nettamente inferiore nei bambini, il che può portare all'ipertermia più velocemente che negli adulti.
- Durante sforzi eccessivamente prolungati, nei bambini in età prepuberale compaiono frequentemente lesioni osteo-articolari (Erwin, 1991; Laurent, 2010)

##### **Esprimere il VO<sub>2</sub> Max in l/min**

Vediamo che aumenta regolarmente. Il VO<sub>2</sub> max delle ragazze è l'85% di quello dei ragazzi prima della pubertà e scende al 70% dopo.

##### **Esprimere il VO<sub>2</sub> max in ml/min/kg**

Nei ragazzi, il VO<sub>2</sub> max è stabile dagli 8 ai 16 anni, mentre nelle ragazze tende ad essere in discesa. Abbiamo una variazione tale che quella delle ragazze è -5% prima della pubertà e -20% dopo (Fabiano, 2010, p.18)

**\*A cosa possiamo attribuire queste variazioni? Dopo la pubertà, la concentrazione di emoglobina nel sangue aumenta nei ragazzi (Dupuis et al., 2001).**

##### **4.2** Raccomandazioni per ottenere adattamenti all'allenamento del sistema aerobico nei giovani

- ✓ 3-4 sessioni a settimana da 30 a 60 minuti al massimo e non necessariamente continue.
- ✓ Un'intensità > 80% FC max dovrebbe essere prioritaria anche per sforzi continui di breve o media durata.
- ✓ Esercizi di 10-20" con un rapporto carico/riposo di 1:1 sarebbero molto utili per migliorare il VO<sub>2</sub> max dei bambini (attenzione al volume totale del carico).
- ✓ Allenamento misto, es. 1 seduta continua + 1 seduta intervallata + 1 seduta di un altro sport aerobico sarebbero un'ottima alternativa, offrendo un buon equilibrio sia fisiologico che

psicologico, dal 100 al 130% della VAM sembrano essere i più efficaci per lo sviluppo delle capacità aerobiche, soprattutto in bambini in età prepuberale.

In sintesi, allo stato attuale delle conoscenze, non c'è nulla da dire che ci sia qualche rischio nel sottoporre il bambino ad esercizi di potenza aerobica massima o sopra-massimale (dal 100 al 120% della VAM). Al contrario, sembra che gli adattamenti fisiologici, per non parlare dell'evoluzione dei tipi di fibre, siano del tutto compatibili con questo tipo di pratica.

Tutte queste caratteristiche fisiologiche permettono di affermare che il bambino e l'adolescente hanno organismi perfettamente adattati a sforzi aerobici brevi massimali e sovra-massimali (*Kemper et al., 1995, p29-38; Prioux et al., 2001, p306- 314*)

## **5. La mobilità (elasticità)**

### **5.1** Nei bambini in età prepuberale

- La mobilità articolare nei bambini raggiunge il suo massimo intorno ai 9/10 anni di età.
- I bambini possono aumentare la loro flessibilità in proporzioni maggiori rispetto agli adulti.

### **5.2** Negli adolescenti

- Le ragazze hanno una maggiore flessibilità rispetto ai ragazzi, principalmente a causa di una minore massa muscolare + specificità ormonale (estrogeni).

Le modificazioni anatomiche legate alla pubertà riducono la flessibilità degli adolescenti (la flessione passiva dell'anca passa dai 9 ai 14 anni rispettivamente da 92° a 83°).

L'allenamento fin dalla pubertà rallenta questo degrado. Per alcuni autori il periodo ottimale sarebbe tra gli 11 ei 15 anni (*Weineck, Wragg*). La flessibilità deve poi essere regolarmente mantenuta anche se in caso di detraining, l'evoluzione della perdita è più lenta di quella dei guadagni (*Weineck, 1997*)

### **5.3** Raccomandazioni per l'allenamento della mobilità

- I metodi di stretching statico dall'età di 6-7 anni sembrano i più efficaci per il mantenimento dei guadagni, statico, lento e graduale, progressivo
- limitare il dolore a 5/10 sec per non attivare i meccanismi di riflesso miotatico.
- Ogni giorno sui deficit (da 3 a 4 sessioni/settimana da 10 a 20 minuti)
- Da 1 a 3 ripetizioni,
- Al PCRS, il grande aumento delle dimensioni porta a un deterioramento della mobilità, quindi l'allenamento della mobilità deve essere rafforzato in questo momento di crescita
- La colonna vertebrale (cartilagini) e l'articolazione coxo-femorale (allungamento) sono più vulnerabili a questa età (*Weineck, 1997; Laurent, 2010*)

## **Conclusioni:**

"Il bambino non è un adulto in miniatura e la sua mentalità non è solo quantitativamente ma anche qualitativamente diversa da quella dell'adulto, cosicché il bambino non solo è più piccolo, ma è anche diverso". *Claparede nel 1937*

I bambini e gli adolescenti sono ancora in un periodo di crescita, quindi, il loro organismo subisce un gran numero di trasformazioni fisiologiche, psichiche o psicosociali, che hanno una grandissima influenza sulla loro capacità fisica e sportiva e di cui si deve tener conto nell'elaborazione di un ciclo nella attività fisico/sportive.

Autori diversi