

**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA**

Dipartimento di Scienze Biomediche

Corso di Laurea Triennale in Scienze Motorie

Tesi di Laurea

**L'ALLENAMENTO DELLA FORZA IN ETÀ EVOLUTIVA**

Relatore: Prof. Francesco Pagano

Laureando: Riccardo Catapano

N° di matricola: 1228790

Anno Accademico 2021/2022

## **Indice**

### **1) Introduzione**

### **2) Pro o contro? Cos'è cambiato negli anni**

### **3) La forza muscolare: cenni generali**

3.1) Definizione

3.2) Tipologie

3.3) Componenti

### **4) Allenare la forza in età evolutiva: benefici**

4.1) Miglioramento della performance

4.2) Salute e promozione di uno stile di vita sano

4.3) Prevenzione degli infortuni

### **5) Allenare la forza in età evolutiva: rischi e fattori di rischio**

5.1) Fattori di rischio e linee guida

5.2) Rischi di maggior rilevanza

### **6) Allenare la forza in età evolutiva: altre considerazioni**

6.1) Differenze tra maschi e femmine

6.2) Quando cominciare?

### **7) Metodi e mezzi per lo sviluppo della forza in età evolutiva**

7.1) Le variabili dell'allenamento

7.2) La sicurezza del test 1RM

7.3) Applicazioni pratiche per le diverse fasce d'età secondo l'ASCA

## **8) Conclusione: aspetti da approfondire**

## Introduzione

La forza muscolare è una peculiarità di molti esseri viventi, caratteristica essenziale per rapportarsi con l'ambiente circostante e riuscire a fronteggiare ostacoli e resistenze di vario tipo. L'essere umano nel corso degli anni è riuscito a mettere in luce espressioni e manifestazioni della forza differenti rispetto a quelle che banalmente possono emergere dalla vita quotidiana, mostrando di cosa sia effettivamente capace il nostro corpo quando cerchiamo di sfruttarlo al massimo delle sue potenzialità. Discipline sportive come il rugby, il nuoto, o soprattutto la pesistica olimpionica ne sono l'esempio lampante, dove oltre alla tecnica esecutiva, alla resistenza o alla velocità c'è bisogno di una muscolatura in grado di opporsi alle forze esterne che vi si presentano. L'allenamento della forza riesce ad ovviare a questo problema (senza contare gli ulteriori benefici che si possono trarre in termini di estetica o di salute personale), ponendosi come obiettivo quello di ricercare un continuo adattamento fisiologico che riguarda la dimensione dei muscoli e le connessioni tra muscolo e sistema nervoso, fondamentali al fisico per sollevare sempre più kg o per muoversi sempre più rapidamente nello spazio. Quando si pensa ad una "persona forte" l'immagine che viene proposta dal cervello è molto probabilmente quella di un uomo adulto muscoloso che non riesce nemmeno a rientrare nei vestiti che indossa, e mai ci verrebbe da pensare, ad esempio, al giovane americano Tate Fegley che già all'età di 12 anni solleva 117,5 kg di stacco da terra. Questo avviene perché nell'immaginario collettivo l'allenamento della forza, soprattutto con i pesi, è ancora visto come un qualcosa di estraneo all'infanzia e all'adolescenza, e quindi da svolgere necessariamente in età adulta quando si ha una struttura fisica abbastanza matura per poter sostenere notevoli sforzi. Come nella maggior parte delle realtà che ci circondano, però, bisogna saper contestualizzare il discorso: da oltre 30 anni la letteratura scientifica ci insegna che lo "strength training" è potenzialmente idoneo, sicuro ed efficace per i giovani tanto quanto per gli adulti... La differenza sta nel fatto che bisogna avere degli accorgimenti in più e che non va lasciato nulla al caso. L'intento di questa produzione scritta, perciò, sarà quello di chiarire una volta per tutte i dubbi per quanto concerne l'allenamento della forza in età evolutiva. Si parlerà di come si è evoluto il pensiero a riguardo nel corso degli anni, dei

benefici prestazionali, salutistici e infortunio-preventivi che ne derivano (ma allo stesso tempo anche dei rischi e dei fattori di rischio che si possono incontrare), delle differenze in base all'età e al sesso fino a concludere con gli approcci metodologici e pratici dell'allenamento stesso. Il testo è stato scritto in modo tale che possa risultare di facile comprensione per chiunque, quindi con opportune specifiche del caso anche riguardo a termini più o meno caratteristici sul mondo dell'allenamento. Detto ciò, non resta altro che iniziare ad affrontare l'argomento dimostrando fin da subito quanto detto prima, ovvero che la scienza ha ormai confermato la possibilità di svolgere l'allenamento della forza anche in età evolutiva.

## **Pro o contro? Cos'è cambiato negli anni**

“Allenarsi con i pesi blocca la crescita”, “L'utilizzo dei pesi prima di una certa età danneggia le ossa e le articolazioni”, “La palestra non è un'attività ludica per i ragazzi”... Queste sono solo alcune tra le dicerie che vengono tramandate da generazioni e che tuttora si diffondono all'interno di contesti quali quello sportivo, scolastico e ricreativo, soprattutto da parte dei genitori che mettono giustamente in primo piano la salute dei propri figli. Da un certo punto di vista, se tralasciamo le volte in cui ciò viene detto solo per sentito dire e se consideriamo alcuni vecchi studi, apparrebbe anche giustificato porsi in maniera negativa nei confronti dell'allenamento della forza prima di aver raggiunto un'adeguata maturazione. Ad esempio, nel 1983 l'American Academy of Pediatrics (nota associazione americana di pediatri che si dedica alla salute e alla sicurezza di bambini e adolescenti) pubblicò un'indagine nella quale erano stati esaminati un gruppo di adolescenti powerlifter entrati nella “Michigan Teenage Powerlifting Championship”, i quali nel corso dello studio riportarono un elevato numero di infortuni in particolare nella zona prossima alle ultime vertebre lombari ed osso sacro (Brown & Kimball, 1983). Venne proposta anche la cosiddetta “ipotesi trigger”, per la quale a causa di una serie di modificazioni che avvengono durante il periodo prepuberale (aumento delle dimensioni del corpo, maturazione del sistema nervoso centrale, sbalzi ormonali...) i condizionamenti di tipo muscolo-scheletrico e cardiovascolare dovuti all'esercizio fisico sarebbero totalmente inutili, e che quindi sia necessario aspettare la fase postpuberale per avere dei miglioramenti stabili e concreti (Katch, 1983). Infine, una delle principali ragioni che spiegavano l'impossibilità dello sviluppo di forza nei giovani era da attribuire alla mancanza di androgeni circolanti per lo sviluppo dell'ipertrofia, che è alla base del conseguimento di tale scopo (Pitton, 1992).

Nel corso degli anni però, a seguito di numerose ricerche ed approfondimenti sull'argomento, emerse che se effettuato nel modo corretto e se affiancato da persone altamente competenti l'allenamento della forza nei giovani sarebbe non solo privo di controindicazioni ma anche consigliato per una serie di ragioni. Più precisamente, vennero pubblicati una serie di documenti di posizione da parte di alcune tra le più famose

organizzazioni sullo sviluppo della forza. La stessa A.A.P. affermò che sviluppare forza sarebbe possibile grazie al miglioramento della coordinazione inter e intramuscolare (aggirando, quindi, la problematica relativa agli androgeni e all'ipertrofia), andando poi a migliorare la performance sportiva, prevenendo gli infortuni, recuperando dagli stessi ed incrementando lo stato di salute a lungo termine (Washington et al., 2001). La National Strength and Conditioning Association (organizzazione leader a livello mondiale specializzata nella divulgazione di informazioni sull'allenamento della forza) aggiunge inoltre che tra i benefici possiamo trovare il perfezionamento delle abilità motorie (come lo scatto, il salto in alto o il salto in lungo) e l'ottenimento di un miglior status psicosociale (formazione del carattere, miglioramento dell'autostima...) (Faigenbaum et al., 1996). O ancora la British Association of Exercise and Sport Science (organo professionale dello sport e dell'esercizio fisico nel Regno Unito) detta due linee guida fondamentali: allenare la forza almeno due volte alla settimana ed inserire questi allenamenti all'interno di una programmazione adeguatamente bilanciata, aggiungendo elementi quali il miglioramento della flessibilità, controllo della pressione sanguigna, riduzione del tessuto adiposo e aumento della densità ossea (Stratton et al., 2004). Dulcis in fundo, è stato pubblicato un più recente "consenso internazionale" nel quale numerosi pediatri, medici dello sport ed esperti di educazione fisica si occupavano di chiarire in maniera definitiva l'importanza dell'allenamento della forza in bambini e adolescenti per lo stato di salute e di fitness (se effettuato sotto la supervisione di un personale qualificato), tanto che ormai diverse associazioni per la salute quali l'Organizzazione Mondiale della Sanità (istituto specializzato dell'ONU) lo inseriscono all'interno delle loro linee guida per l'attività fisica in età evolutiva (Lloyd et al., 2014).

Insomma appare ormai constatato che la maggior parte delle preoccupazioni poste inizialmente siano da considerare ingiustificate, o meglio, che vadano contestualizzate a seconda del metodo e dell'approccio applicato nei confronti dei soggetti su cui si va a lavorare. Attualmente l'argomento suscita ancora interesse da parte dei ricercatori, i quali si propongono anno dopo anno di trovare quale sia la strategia migliore da applicare per allenare la forza senza incorrere in problematiche e di fornire delle indicazioni chiare ed usufruibili da allenatori, insegnanti ecc.ecc... L'Australian Strength and Conditioning

Association ha rilasciato un ulteriore documento nel 2017 che a differenza degli altri citati precedentemente si propone in maniera più dettagliata di fornire programmi di allenamento adatti alle diverse fasce d'età (6-9, 9-12...), di impostare progressioni che siano funzionali e di illustrare le schede degli atleti che in giovane età hanno svolto allenamenti specifici per la forza. (Wilson et al., 2017). Le fonti più recenti in assoluto, infine, ci vengono fornite ancora una volta dall'A.A.P. secondo un recentissimo quadro clinico del 2020, dove oltre a riprendere i temi già precedentemente associati su rischi e benefici si prendono ad esempio in considerazione anche la questione relativa all'overtraining, e viene rivalutato un concetto precedentemente demonizzato che riguardava i test 1RM (1 Ripetizione Massimale, da approfondire in seguito quando si tratterà dei metodi e mezzi) (Stricker et al., 2020). Va precisato, a rigor di logica, che le informazioni presentate nel corso di questa produzione verranno ampiamente ricavate dal documento dell'ASCA del 2017, dal consenso internazionale del 2014 e dal resoconto dell'A.A.P. del 2020, le quali costituiscono attualmente due tra le fonti più recenti e attendibili sull'allenamento della forza in età evolutiva.

## **La forza muscolare: cenni generali**

Prima di addentrarci nell'argomento interesse di questo testo è altresì fondamentale dare un'infarinatura generale sulla definizione di forza muscolare, sulle varie tipologie e su quali siano le componenti principali su cui lavorare per poterla sviluppare.

### **Definizione:**

“La forza muscolare è la capacità di un muscolo di esprimere tensione”, una definizione forgiata nel corso degli anni in seguito a numerose interpretazioni fornite da altrettanti autori. Tra questi uno dei più famosi è sicuramente lo scienziato dello sport e professore Tudor O.Bompa, il quale nel suo libro “periodizzazione dell'allenamento sportivo” la definisce come “capacità motoria dell'uomo che permette di vincere una resistenza o di opporvisi con un impegno tensivo del o dei gruppi muscolari”, lasciando già intendere indirettamente la fondamentale distinzione tra contrazione eccentrica e concentrica (Bompa, 2001).



## Tipologie:

Nel 1938 Archibald Vivian Hill, un medico e fisiologo Britannico, introdusse uno dei concetti pionieri dello strength training ovvero quello che lega tra loro forza e velocità secondo una relazione di proporzionalità inversa: nasce così la curva di Hill, un grafico che mi permette di ricavare numerose informazioni sulla tipologia di forza che vado ad esprimere in relazione alla velocità prodotta durante l'esecuzione di un gesto (Hill, 1938). Il concetto è stato poi ripreso ed approfondito da Carmelo Bosco nel 1997 all'interno del suo libro "La forza muscolare: aspetti fisiologici ed applicazioni pratiche", in cui egli crea una vera e propria classificazione delle varie espressioni di forza (figura 1). Più precisamente, maggiore sarà la forza che andrò a produrre e minore sarà la mia velocità esecutiva, e si parlerà quindi di forza massimale. Viceversa, maggiore sarà la velocità di esecuzione e minore sarà la forza che riuscirò ad imprimere, e si parlerà quindi di resistenza muscolare. Nel mezzo sono presenti le restanti tipologie, quali la forza dinamico-massima (forza resistente), la forza veloce e la resistenza alla forza veloce (ulteriori approfondimenti verranno svolti in seguito quando si tratterà di esse all'interno dell'allenamento giovanile) (Bosco, 1997).

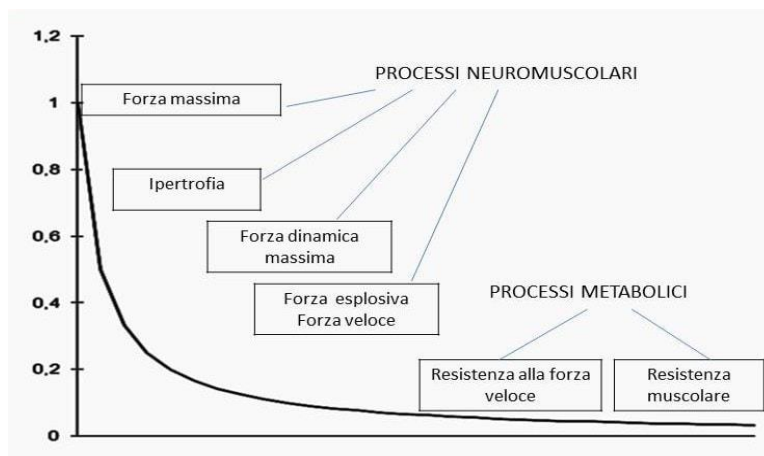


Figura 1: Bosco: "La forza muscolare: aspetti fisiologici ed applicazioni pratiche"

Il prodotto tra forza e velocità mi dà come risultante la potenza muscolare, ovvero la maggior quantità di forza che riesco ad esprimere il più velocemente possibile. Essa avrà un valore più o meno alto a seconda di come mi sposto all'interno della curva, inoltre è

logico pensare che posso ottenere medesimi valori di potenza puntando più su una variabile piuttosto che sull'altra e viceversa (figura 2). Attualmente è ancora dibattuta la questione su quale sia la metodologia migliore per sviluppare potenza: (c'è chi sostiene che sia meglio utilizzare carichi al di sotto del 50% dell'1RM, chi tra il 50%-70% e chi invece carichi variabili in maniera periodizzata) (Haff & Nimphius, 2012).

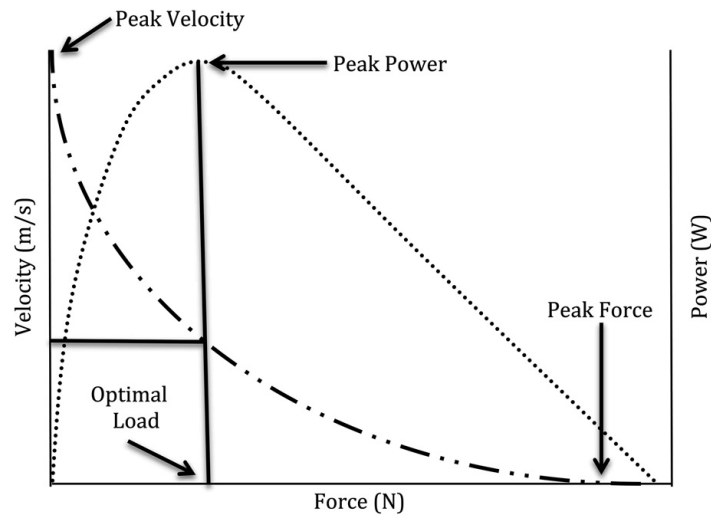


Figura 2: Haff & Nimphius, "Training principles for power"

Infine, finora abbiamo sempre considerato espressioni di forza di tipo concentrico (la tensione muscolare vince la resistenza del carico). In esse la velocità ha sempre valore positivo ( $v > 0$ ), ma se consideriamo la tendenza della curva verso sinistra ci scontriamo con altre due tipologie fondamentali di forza: la forza isometrica (la tensione muscolare e il carico si equivalgono), quando  $v = 0$ , e la forza eccentrica (la resistenza del carico vince la tensione muscolare), quando  $v < 0$  (figura 3). Anche se non verranno approfondite nello specifico da un punto di vista fisiologico, vale la pena soffermarvisi un secondo poiché diverse metodologie di allenamento per lo sviluppo della forza massimale o rapida prendono in considerazione anche esercizi aventi contrazioni di tipo isometrico ed eccentrico: è dimostrato già da diversi anni, infatti, che esse permettono di produrre un livello di forza superiore a quello delle contrazioni concentriche, in particolare le contrazioni eccentriche consentono di arrivare anche fino al 120%-130% dell'1RM. Prendendo come spunto uno studio condotto da tre "assistant professor" (carica accademica statunitense) nel 1972, dove veniva testata la massima contrazione volontaria

eccentrica, concentrica e isometrica degli abduttori dell'anca, si è dimostrato come appunto ad un'angolazione di  $-10^\circ$  di abduzione la forza prodotta in eccentrica fosse circa il 124% di quella isometrica, mentre quella in concentrica circa il 61% (Olson et al, 1972).

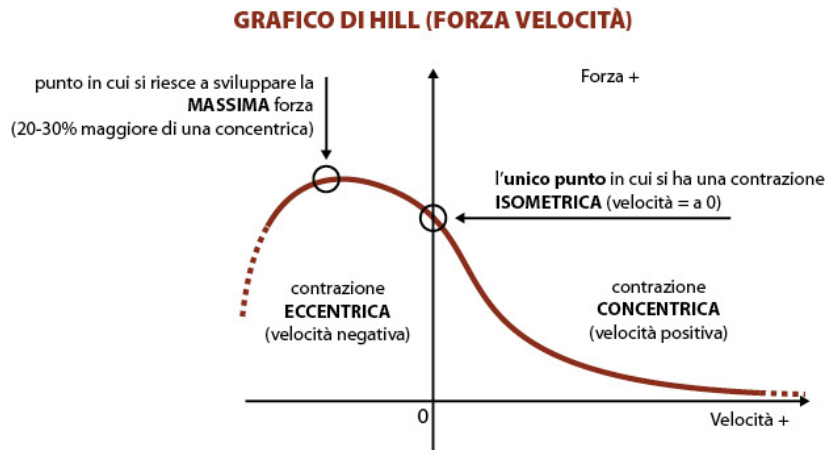


Figura 3: Federazione Italiana Fitness, "Lento oppure veloce?"

## Componenti:

Esistono una serie di fattori neurali e morfologico-strutturali che permettono al muscolo di sviluppare forza, precisando che alcuni di essi sono preponderanti per alcune tipologie mentre altri meno. Basandoci sulla recente letteratura scientifica, possiamo individuarne sei (Suchomel et al., 2018):

- **Ipertrofia muscolare e architettura del muscolo:** l'ipertrofia muscolare è il fenomeno alla base dell'aumento delle dimensioni del muscolo. Aumentare l'area della sezione trasversa fisiologica di un muscolo (ovvero l'area di un piano, immaginario, che taglia perpendicolarmente le fibre muscolari di un muscolo nel suo punto più ampio) permette di ottenere notevoli guadagni di forza e potenza, inoltre, alterazioni nell'ipertrofia muscolo-scheletrica influiscono negativamente sullo sviluppo delle stesse. Basti pensare a discipline come il weightlifting o il powerlifting, dove esistono categorie di peso apposite per suddividere gli atleti con differenti masse muscolari. Questo accade perché avviene un aumento del numero di sarcomeri (l'unità fondamentale della fibra muscolare) e di conseguenza del numero di interazioni acto-miosiniche del ciclo dei ponti trasversali (processo fisiologico alla base della contrazione muscolare).

- **Stiffness muscolo-tendinea:** rappresenta la relazione tra la forza espressa da un muscolo e lo stato di allungamento a cui viene sottoposto il tessuto (che comprende, oltre al ventre muscolare stesso, anche tendini, legamenti, proteine...) precedentemente alla produzione della stessa. Risulta fondamentale per l'incremento della forza ed in particolare per la potenza e l'RFD (Rate of Force Development, misura della forza esplosiva). Alla base del fenomeno gioca un ruolo fondamentale la titina, una proteina che genera tensione passiva nei sarcomeri e li riporta nella loro condizione originaria dopo un allungamento.
- **Reclutamento delle unità motorie:** l'unità motoria è costituita da un motoneurone e le fibre muscolari da esso innervate. Quando un muscolo produce forza esso recluta prima le unità motorie più piccole, relative alle fibre di tipo 1 (rosse, lente), e poi quelle più grandi, relative alle fibre di tipo 2 (bianche, veloci). Per produrre un minor quantitativo di forza (ad esempio nelle corse di lunga distanza, dove il focus è la resistenza) saranno sufficienti le fibre del primo tipo, mentre per produrre un maggior quantitativo di forza (come nei già citati weightlifting e powerlifting) il muscolo andrà a scegliere entrambe le tipologie di fibre. In ogni caso, è dimostrato essere più efficace utilizzare esercizi che reclutino sempre anche le fibre di tipo 2 quando l'obiettivo è sviluppare forza.
- **Frequenza di scarica del motoneurone:** è la frequenza con la quale un motoneurone scarica i potenziali d'azione (evento di natura elettrica che lega tessuto nervoso e muscolare) sulle fibre muscolari. I ricercatori hanno dimostrato che la grandezza della forza può aumentare del 300%-1500% se si passa da un valore minimo ad un valore massimo di frequenza di scarica, quindi allenando determinati movimenti balistici (alzate del weightlifting, sprint...) è possibile migliorare questa caratteristica e beneficiarne in termini di forza e potenza.
- **Sincronizzazione delle unità motorie:** si riferisce alla capacità di attivare il più simultaneamente possibile le fibre muscolari. Tra tutte le componenti, questa è quella che più risulta incerta in ambito scientifico: alcuni sostengono che essa sia utile non tanto per la forza in sé quanto per l'RFD, mentre altri invece che un numero maggiore o uguale a due unità motorie attivate simultaneamente incrementino il picco di forza...

Altri ancora che l'allenamento di tipo balistico sia utile per migliorare questa caratteristica, mentre altri viceversa ne negano l'efficacia. Quel che è certo è che lo strength training in ogni caso può migliorare la sincronizzazione delle unità motorie, che a conti fatti rappresenta un fattore neuromuscolare implicato nella produzione di forza.

- Inibizione neuromuscolare: è una riduzione dell'impulso neurale dovuto ad un feedback negativo da parte dei muscoli ed i recettori articolari innervati, che influisce negativamente sulla produzione di forza. A differenza delle altre componenti, quindi, appare evidente che questa vada diminuita invece che aumentata. Ciò ci è possibile mediante l'allenamento della forza, che ridurrebbe i segnali inibitori afferenti diretti al midollo spinale e ci permetterebbe di migliorare i nostri livelli di forza, potenza e l'RFD.

Pur avendo trattato l'argomento in maniera del tutto approssimativa si può già notare come la forza muscolare sia un concetto estremamente vasto e variabile, ed è proprio per questo motivo che risulta fondamentale analizzarne distintamente i diversi aspetti quando la si affronta in ambito giovanile, poiché l'essere umano adulto presenta caratteristiche anatomico-fisiologiche differenti da quelle di un ragazzo di 14 anni. Ora si entrerà nel vivo di questa di produzione, con l'obiettivo finale di comprendere quali siano i vantaggi, i limiti, i metodi e i mezzi per quanto concerne l'allenamento della forza in età evolutiva.

## **Allenare la forza in età evolutiva: benefici**

I benefici dell'allenamento della forza in età giovanile sono molteplici e vengono riconosciuti sempre di più col passare degli anni, tant'è che ad esempio numerosi bambini e ragazzi che entrano a far parte del mondo dell'agonismo richiedono una sempre maggiore prestanza fisica per poter accompagnare le esigenze poste dai programmi di allenamento in relazione allo sport specifico di riferimento. In generale possiamo racchiuderli tutti in tre grandi categorie: il miglioramento della performance, la salute e promozione di uno stile di vita sano e la prevenzione degli infortuni (Stricker et al., 2020).

## Miglioramento della performance

Come già anticipato, nella maggior parte dei casi il miglioramento della forza muscolare in età evolutiva sarebbe attribuibile non tanto all'aumento della dimensione delle fibre muscolari (ipertrofia), quanto ai fattori neuromuscolari coinvolti come il reclutamento delle unità motorie. A riguardo è stato condotto uno studio nel 1994 in cui 16 ragazzi di circa 10 anni (8 maschi e 8 femmine) sono stati suddivisi casualmente in gruppo di controllo e gruppo sperimentale: il gruppo sperimentale ha svolto 3 serie da 7-11 ripetizioni di curl con manubri (un esercizio principalmente per il bicipite brachiale) 3 volte alla settimana per 8 settimane, ed all'inizio e alla fine di ogni seduta è stata misurata la forza isotonica (a tensione costante), la forza isocinetica (a velocità costante), l'elettromiografia del bicipite brachiale (l'attività elettrica del muscolo, per vedere quanto è coinvolto) e la circonferenza del braccio. Alla fine il gruppo di controllo non ha dimostrato cambiamenti significativi, mentre quello sperimentale ha migliorato la forza isotonica del 22,6%, quella isocinetica del 27,8% e l'attività elettromiografica del bicipite brachiale del 16,8%, senza invece ottenere cambiamenti corrispondenti per quanto concerne la circonferenza del braccio (Ozmun et al., 1994). Ciò nonostante, non è da escludere che adolescenti aventi una quantità sufficiente di androgeni circolanti (quindi durante e dopo la pubertà) possano sfruttare a loro vantaggio anche lo sviluppo di massa muscolare derivata da un allenamento della forza, anche se attualmente sono necessari ulteriori accertamenti a riguardo. Nel 2013, ad esempio, 134 giovani calciatori d'élite, divisi in categoria A (under 19), B (under 17) e C (under 15), sono stati coinvolti per svolgere il primo studio in assoluto che includesse un allenamento della forza per un periodo prolungato di oltre due anni. Ciascuna categoria è stata divisa in due sottogruppi: il gruppo di controllo, che doveva svolgere regolarmente solo gli allenamenti di calcio abituali, e quello dello strength training, che in aggiunta avrebbe dovuto svolgere due allenamenti di forza alla settimana (più precisamente periodizzati in una fase di ipertrofia e un'altra di coordinazione intramuscolare). Gli allenamenti in questione dovevano comprendere front squat e back squat (due esercizi di gambe) una volta alla settimana, i quali sarebbero poi stati utilizzati nei test come esercizi di valutazione ad inizio studio e

a fine studio insieme ad uno sprint sui 30m. In aggiunta, è stata raccolta una serie di dati antropometrici col fine di valutare anche le modificazioni strutturali dei soggetti. Basandosi sui dati ottenuti alla fine dello studio, i gruppi dello strength training nelle categorie A e B hanno ricavato un miglioramento della forza maggiore del 56%-80% rispetto ai gruppi di controllo delle stesse. Diverso è il caso del gruppo dello strength training della categoria C, con un miglioramento maggiore del 230%-250% rispetto al suo gruppo di controllo. Il motivo di tale notevole incremento è attribuibile ai cambiamenti morfologici e strutturali tipici dell'età di riferimento, infatti in questa categoria vennero rilevati marcati aumenti di peso e delle dimensioni corporee nel corso dell'esperimento, e come già spiegato l'aumento del numero di fibre muscolari influisce positivamente sulla produzione di forza. Ciò che però non ci fornisce un dato attendibile al 100% sull'utilizzo dello strength training in età giovanile per lo sviluppo dell'ipertrofia è appunto il fatto che non sappiamo se essa sia derivata esclusivamente dalla mera evoluzione biologica oppure da effettivi miglioramenti causati dall'allenamento effettuato dal gruppo dello strength training (Sander et al., 2013).

Fatta questa premessa, possiamo effettivamente spiegare come lo strength training possa tornarci utile nel campo pratico durante lo sviluppo a lungo termine di un atleta sia per quanto riguarda lo status di fitness generale che per la propria disciplina sportiva. Numerose ricerche hanno ormai constatato come l'allenamento della forza in età giovanile produca, logicamente, maggiori incrementi per quanto riguarda l'espressione pura della forza, ma anche leggeri-moderati incrementi sulla potenza, sulla resistenza muscolare e sulla performance atletica, sempre in relazione all'età e al sesso specifico di riferimento (Granacher et al., 2016). Ora si entrerà nel dettaglio per ciascuna di queste quattro capacità:

- Forza muscolare: l'esperimento svolto dai 134 calciatori già citato precedentemente basterebbe per confermare questa tesi, vista la durata dello studio ed i risultati ottenuti in termini di miglioramento dell'1RM, ma ad avvalorare quest'ultima si può citare anche un altro esperimento svolto questa volta nel mondo del basket e con tre gruppi sperimentali invece di due. Nel 2012, 38 giovani giocatori di basket (17 maschi e 21

femmine, tra i 13 e i 16 anni) sono stati divisi casualmente in 3 gruppi: il gruppo dello strength training supervisionato (quindi avente alla guida un coach esperto sulla forza e il condizionamento), il gruppo dello strength training con video (in cui l'allenamento si svolgeva sotto la guida di un video che spiegava e mostrava in generale e nello specifico gli esercizi e le tecniche da applicare) e il gruppo di controllo. L'esperimento ha avuto una durata di 6 settimane, e sono stati svolti una serie di test prima e dopo di esse: tralasciando quelli relativi alle prestazioni atletiche e funzionali, che non ci interessano in questo contesto, è stato rilevato un miglioramento del  $28\% \pm 21\%$  della forza espressa nell'esercizio dei piegamenti sulle braccia da parte dei primi due gruppi rispetto a quello di controllo, dimostrando l'efficacia del programma di forza. L'allenamento sotto guida di un video apparrebbe quindi valida come opzione per il miglioramento della forza nei giovani atleti di basket (Klusemann et al., 2012), bisogna però considerare che nei punti chiave del quadro clinico del 2020 dell'A.A.P è scritto esplicitamente che bambini e adolescenti possono guadagnare forza muscolare con una bassa probabilità di infortuni solo se gli allenamenti sono svolti con un'enfasi sulla tecnica corretta e adeguatamente supervisionati (Stricker et al., 2020).

- Potenza muscolare: la pliometria è una tecnica di allenamento della forza basata sul principio che un brusco allungamento durante la fase eccentrica di uno o più muscoli risulti in un accorciamento rapido degli stessi durante la fase concentrica se eseguita subito dopo. Ne consegue, che entrambe le componenti della potenza (già menzionate in precedenza) vengono stimulate adeguatamente durante un allenamento di tipo pliometrico, e che quindi quest'ultimo risulti essere un tassello fondamentale per la potenza durante lo sviluppo a lungo termine di un atleta (Granacher et al., 2016). A confermare ciò, possiamo citare uno studio condotto nel 2009 che indagava sugli effetti della pliometria per le azioni esplosive di alcuni giovani calciatori. Sono stati chiamati a rapporto 14 giovani giocatori per far parte del gruppo dello strength training e 11 invece per il gruppo di controllo, tutti di età compresa tra i 12 e i 14 anni e tutti facenti parte della stessa squadra con due allenamenti di calcio a settimana da 90 minuti. Il primo gruppo, però, diversamente dal secondo ha svolto un programma pliometrico di 8 settimane che non si aggiungeva ai due allenamenti ma si sostituiva ad alcuni



esercizi contenuti in essi (in sostanza, il tempo totale di allenamento è stato uguale per i due gruppi nel corso dello studio). Il programma comprendeva esercizi quali salti, salti a ostacoli, rimbalzi, skip e movimenti rapidi di gambe, mentre i test iniziali e finali di nostro interesse comprendevano lo squat jump (salto partendo da posizione statica a 120° di flessione di ginocchio), il counter movement jump (salto partendo a gambe tese e scendendo fino a 120° di flessione di ginocchio prima di risalire) e il contact jump (salto effettuato al contatto col terreno subito dopo aver saltato un ostacolo di 20 cm). Alla fine è stato registrato un incremento nell'altezza del CMJ del 7,9% e del CJ del 10,9% da parte del gruppo strength training rispetto a quello di controllo, dimostrando l'efficacia della pliometria per il miglioramento della performance in termini di forza e velocità (Meylan & Malatesta, 2009).

- Resistenza muscolare: si può considerare come l'abilità di esprimere una certa percentuale di forza submassimale, costante o ripetuta, per un determinato periodo di tempo resistendo alla fatica. Un esempio pratico è quello degli 800metristi, dove c'è bisogno di mantenere un'alta velocità nel movimento della corsa minimizzando però allo stesso tempo la fatica che andrebbe a diminuire il rendimento. Sebbene gli effetti positivi dello strength training nei confronti della resistenza siano inferiori e meno documentati rispetto a quelli per la forza e potenza muscolare, si può comunque tenere in considerazione quando si parla di miglioramento della performance grazie all'allenamento della forza (Granacher et al., 2016). Nel 2015, 20 giovani nuotatori nazionali dello stesso club sportivo (10 maschi e 10 femmine dai 15 ai 17 anni) sono stati reclutati per studiare gli effetti di un programma di allenamento specifico per il core (complesso di muscoli a livello lombo-addominale e pelvico con la funzione prima di stabilizzare il corpo durante il movimento), che avrebbe dovuto influire positivamente sia sull'esercizio specifico dei 50 metri stile che sulla potenzialità del core stesso in generale. Sono stati divisi poi in gruppo di intervento e gruppo di controllo, ciascuno avente 5 maschi e 5 femmine, dove mentre il secondo continuava a svolgere regolarmente solo il programma di allenamento in acqua il primo aggiungeva un allenamento specifico per il complesso lombopelvico e per le scapole 3 volte alla settimana per 12 settimane (con esercizi come il prone bridge, il side bridge, il bird

dog, il leg raise...). Dopo aver effettuato i test sia all'inizio che alla fine dell'esperimento, si è notato come il gruppo di intervento rispetto a quello di controllo abbia incrementato la durata massima in secondi dell'esercizio prone bridge (2,1%-16,4%), il numero massimo di ripetizioni nel pull down asimmetrico (un'esercizio principalmente per il dorsale ma con una richiesta specifica di stabilità per via dell'asimmetria, 13,7%-33,4%) e la massima contrazione volontaria dei muscoli del core (mediante elettromiografia), dimostrando che ci siano degli effetti positivi dello strength training anche sulla resistenza muscolare (Weston et al., 2015).

- Performance atletica: con essa si intende l'insieme di tutti i gesti tecnici, i movimenti complessi e le tattiche in relazione ad uno specifico sport di riferimento, come ad esempio il tiro nel calcio, il servizio nel tennis, la partenza nel nuoto... La forza massimale o submassimale, la potenza e la forza resistente possono tornare utili per migliorare queste abilità e rispondere in maniera più efficace alle richieste imposte dagli allenamenti e dalle competizioni atletiche a lungo termine (Granacher et al., 2016). Basta prendere come esempio esplicativo gli studi già citati precedentemente: in quello di Klusemann sul basket, il gruppo dello strength training supervisionato e con video hanno migliorato del  $3-5\% \pm 2-4\%$  la propria prestazione in test specifici come il salto verticale, lo sprint sui 20 metri e lo yo-yo test rispetto al gruppo di controllo (Klusemann et al., 2012); con Meylan e Malatesta i giovani calciatori sottoposti a pliometria hanno ridotto significativamente i loro tempi nello sprint sui 10 metri (22,1%) e in un test di agilità (29,6%) (Meylan & Malatesta, 2009); infine, Weston nel suo studio ha dimostrato per la prima volta come un allenamento specifico per il core possa migliorare le tempistiche nei 50 metri stile (diminuzione del tempo impiegato da parte del gruppo di intervento dello 0,2%-3,8%) (Weston et al., 2015). Facendo riferimento all'esempio del tiro nel calcio, è stato condotto un altro studio nel 2014 che tra i vari test presi in esame si proponeva anche di valutare l'eventuale miglioramento della massima distanza di tiro in seguito ad una programmazione di tipo pliometrico. Sono stati chiamati 76 giovani calciatori di età compresa tra i 12 e i 15 anni, di cui 38 hanno continuato a svolgere i loro due allenamenti di calcio alla settimana regolari (gruppo di controllo) mentre gli altri hanno implementato 7

settimane di allenamento pliometrico (gruppo di allenamento). Tra l'inizio e la fine è stato registrato un miglioramento del 14% da parte di quest'ultimo per quanto riguarda la MKD (Maximal Kicking Distance), dimostrando come un allenamento di tipo pliometrico possa essere utile in alternativa agli esercizi tipici del calcio per il miglioramento della forza e della potenza (Campillo et al., 2014).

## Salute e promozione di uno stile di vita sano

È stato ormai dimostrato che oltre ai benefici per quanto concerne forza, potenza e resistenza muscolare l'allenamento della forza può portare anche a migliorare il proprio stato di salute (ad esempio in termini di fitness cardiovascolare, composizione corporea, densità minerale ossea, profilo lipidico del sangue, sensibilità insulinica, obesità e salute mentale) e riesce ad influire positivamente sulla promozione di uno stile di vita sano nei confronti soprattutto di bambini e ragazzi in sovrappeso (con un basso livello di fitness generale), creando un ambiente positivo e stimolante e portando indirettamente i giovani ad essere più attivi aumentando i livelli giornalieri di attività fisica spontanea (Stricker et al., 2020). Si analizzeranno ora nel dettaglio ciascuna di queste caratteristiche:

- **Fitness cardiovascolare:** già di per sé il miglioramento della composizione corporea e la risoluzione della condizione di obesità costituiscono due fattori che promuovono una miglior condizione del profilo cardiovascolare, quindi essa è una caratteristica che viene comunque coinvolta anche se non risulta essere il target specifico di un programma di allenamento della forza. In ogni caso, attualmente non è chiara l'associazione tra un'attività fisica regolare e la diminuzione della pressione sanguigna nei giovani, però alcuni sostengono che lo strength training possa avere un effetto positivo non farmacologico sull'ipertensione, in particolare a bassi carichi e ad alte ripetizioni (Faigenbaum et al., 2009).
- **Profilo lipidico del sangue:** gli effetti dell'allenamento della forza sulle lipoproteine del sangue non sono ben documentati, però c'è chi sostiene che, in bambini e adolescenti, tra un gruppo allenato e uno di controllo non allenato ci possano essere dei benefici per il primo per quanto riguarda il profilo dei lipidi, sempre utilizzando bassi carichi ed alte

ripetizioni. Comunque sia dato che il profilo lipidico è fortemente influenzato anche dai cambiamenti corporei e dalle abitudini alimentari, si può dire che un programma comprensivo di allenamento, nutrizione adeguata e consulenza comportamentale possa tornare più utile per la dislipidemia (Faigenbaum et al., 2009).

- **Composizione corporea e obesità:** dato che negli ultimi anni si sta innalzando il numero di giovani in sovrappeso e di conseguenza delle malattie legate a questa condizione, lo strength training sta suscitando sempre più interesse tra i ricercatori, sebbene generalmente si tenderebbe a consigliare un allenamento di tipo aerobico (per una serie di ragioni metaboliche). L'interesse sorge perché quest'ultimo, se ci si ritrova in una situazione di grave obesità, può talvolta ostacolare determinate attività (che richiedono una maggior capacità di movimento e coordinazione motoria) o porre in condizioni di infortunio imminente (se si considerano ossa e articolazioni). Si è visto quindi come l'allenamento della forza in età evolutiva costituisca un grande vantaggio per il problema della sedentarietà (Lloyd et al., 2014). Uno degli studi più famosi a riguardo è stato svolto nel 2009 in Australia, dove 48 bambini (26 femmine e 22 maschi, di circa 10 anni) hanno effettuato un programma di allenamento della forza di 8 settimane (con periodizzazione ondulata, ovvero con variazioni marcate di volume ed intensità tra le settimane), che comprendeva 3 allenamenti total-body a settimana e con esercizi sia a corpo libero che non. Dieta e attività sportiva, per ovvi motivi, sono state monitorate durante il corso dell'esperimento, e tuttavia durante le 8 settimane non sono stati riscontrati cambiamenti significativi né sulle abitudini alimentari né su eventuali consumi calorici dati da attività svolte al di fuori del programma. La DEXA (dual-energy x-ray absorptiometry) ha permesso di misurare la percentuale di massa grassa e di massa magra sia all'inizio che alla fine dell'esperimento, ed in conclusione è emerso un decremento del 2,6% per la prima e un aumento del 5,3% per la seconda, dimostrando che lo strength-training (in questo caso specifico con periodizzazione ondulata) può produrre cambiamenti significativi nella composizione corporea (McGuigan et al., 2009).

- **Densità minerale ossea:** inizialmente c'era la convinzione che lo strength-training potesse provocare danni collaterali alla struttura ossea per via del carico in presenza di una mancata maturazione dello scheletro (ancora presente la cartilagine di accrescimento). Invece, se effettuato con criterio e se abbinato ad un adeguato introito di calcio mediante l'alimentazione, non solo è esente da controindicazioni per quanto riguarda la corretta crescita del bambino/ragazzo ma costituisce anche un tassello fondamentale per i processi di modellamento e rimodellamento osseo in relazione alla BMD (Bone Mineral Density) durante l'età evolutiva (Faigenbaum et al., 2009). Nel 2006 uno studio longitudinale durato 2 anni ha permesso di analizzare gli effetti dell'allenamento con sovraccarico mediante la correlazione tra forza muscolare (da cui origina la maggior fonte di carico per il tessuto osseo) e la BMD. 258 ragazze tra i 10 e i 13 anni (ciascuna con 1-5 ore di allenamento con sovraccarico alla settimana) sono state sottoposte ad una serie di misurazioni prima e dopo due anni, tra cui la BMD mediante DEXA e la MVC (Maximal Voluntary Contraction) dei flessori del gomito e degli estensori del ginocchio mediante dinamometro. Alla fine tramite una retta di regressione lineare si è visto come questi due dati fossero strettamente correlati sia per le braccia che per le gambe (BMD aumentata del  $35\% \pm 12\%$  per le braccia,  $39\% \pm 11\%$  per le gambe, MVC aumentata del  $24\% \pm 16\%$  per i flessori del gomito,  $33\% \pm 22\%$  per gli estensori del ginocchio), e inoltre, il coefficiente di correlazione non differiva tra arti superiori e inferiori ( $r^2=0,54$  braccia ed  $r^2=0,50$  gambe). Tuttavia, il rapporto BMC/MCV era maggiore del 30% per le gambe rispetto alle braccia (0,97 contro 0,70), stando ad indicare un effetto del sovraccarico più alto negli arti inferiori per la densità minerale. In ogni caso, si può dedurre dallo studio che la contrazione muscolare in relazione ad un sovraccarico possa produrre ulteriori effetti benefici per la crescita ossea (Wang et al., 2007).
- **Sensibilità insulinica:** come già anticipato l'obesità risulta essere un problema sempre più grave e comune tra bambini e adolescenti, alla quale si legano una serie di malattie conseguenziali. Tra di esse c'è il diabete di tipo 2 che è spesso preceduto dall'insulino-resistenza, una condizione patologica che crea una scarsa sensibilità all'insulina e costituisce un fattore di rischio per lo sviluppo di problematiche cardiovascolari. Anche

in questo caso però può venire in aiuto l'allenamento della forza, e lo dimostra uno studio effettuato su un gruppo di giovani latinoamericani, i quali risulterebbero essere più soggetti ad insulino-resistenza rispetto alla loro controparte caucasica. Sono stati quindi esaminati i risultati di 22 ragazzi latinoamericani in sovrappeso, metà dei quali avrebbe fatto parte del gruppo dello strength training (svolgendo 2 allenamenti a settimana per 16 settimane), mentre l'altra metà avrebbe fatto parte del gruppo di controllo (continuando la sua vita regolarmente). La sensibilità insulinica è stata misurata mediante una tecnica valida ed accurata chiamata "test di tolleranza al glucosio per via endovenosa a campionamento frequente" (FSIGTT, Frequently Sampled Intravenous Glucose Tolerance Test), ed è stato visto come alla fine dell'esperimento essa sia aumentata del  $45,1\% \pm 7,3\%$  per il gruppo allenato, mentre del  $-0,9\% \pm 12,9\%$  per quello non allenato. Inoltre, il dato è risultato essere indipendente dai cambiamenti e le alterazioni nella composizione corporea dei soggetti, suggerendo che per l'aumento della sensibilità insulinica sono stati messi in atto meccanismi metabolici diversi, e che quindi il programma di allenamento ha avuto effettivamente un riscontro positivo nel miglioramento di questa caratteristica (Shaibi et al., 2006).

- Salute mentale: se per gli adulti è constatato che ci siano dei benefici anche per la salute mentale oltre che per quella fisica quando si allena la forza, con i ragazzi va fatto un passo indietro poiché si va a considerare la loro immaturità psicologica in relazione all'età di riferimento. A causa di ciò, alcuni studi dimostrano che fattori quali il benessere, l'umore e la considerazione di sé sono migliorabili in età evolutiva tramite lo strength-training, mentre altri ne negano l'efficacia: la soluzione potrebbe essere ricavata partendo dal presupposto che se un bambino/adolescente parte da un basso livello di forza e/o una bassa autostima avrà un margine di miglioramento più ampio in termini psicologici rispetto ad uno che si trova già ad un buon livello (Faigenbaum et al., 2009). Nel 2007 è stato pubblicato uno studio che si proponeva di valutare oltre alla composizione corporea e lo stato di fitness anche il "self concept" dei ragazzi esaminati. 82 ragazzi tra gli 8 e gli 11 anni, in condizioni di obesità o sovrappeso, sono stati divisi in gruppo "solo dieta" e gruppo "dieta+strength-training" per un periodo di

6 settimane, all'inizio e alla fine delle quali un questionario sulla descrizione fisica di se stessi (PSDQ, Physical Self Description Questionnaires) avrebbe dovuto rivelare se c'erano stati dei cambiamenti. Il gruppo sottoposto ad allenamento ha avuto un miglioramento nella considerazione di sé rispetto a quello avente esclusivamente la dieta, cosciente dei propri cambiamenti nello sviluppo di forza e nella composizione corporea (Yu et al., 2008).

- Promozione di uno stile di vita sano: come già accennato, oltre a tutti i vantaggi osservati da un punto di vista psico-fisiologico, lo strength-training può favorire il miglioramento del proprio stile di vita in particolar modo facendo riferimento all'aumento di attività fisica spontanea durante il giorno, quindi risulta decisamente utile come punto di partenza per rendere i bambini e gli adolescenti più attivi (in particolar modo coloro che soffrono di obesità o sovrappeso) (Stricker et al., 2020). Un ottimo criterio di valutazione utilizzato durante uno studio per determinare la veridicità di quanto appena detto è lo SpAEE (Spontaneous Activity Energy Expenditure), che si ottiene dividendo la quantità (espressa in kcal) svolta di attività fisica giornaliera (esclusi il sonno e l'allenamento) per il rispettivo tempo (in minuti). In questo studio sono stati creati due gruppi da una giovane squadra di hockey su ghiaccio: il team "GCK" (25 ragazzi, 13,4 anni circa) ha svolto per 4 mesi 2 allenamenti della forza alla settimana in aggiunta ai propri regolari, mentre il team "ZSC" (21 ragazzi, 13,2 anni circa) ha continuato regolarmente solo il proprio allenamento specifico. Lo SpAEE è stato misurato all'inizio, dopo 4 mesi (alla fine del periodo "strength-training") e dopo 12 mesi. Il risultato è stato che il gruppo "ZSC" dopo 4 mesi non ha modificato il proprio SpAEE, mentre dopo 12 mesi lo ha addirittura diminuito del 9,5%; il gruppo "GCK" lo ha aumentato rispettivamente prima del 25,5% e poi del 13,5%, dimostrando che (seppur non avendo come soggetti ragazzi obesi o in sovrappeso) è possibile ottenere un aumento dell'attività fisica spontanea grazie all'allenamento della forza indipendentemente dai guadagni della stessa e dai cambiamenti nella composizione corporea (Eiholzer et al., 2010).

## Prevenzione degli infortuni

Il termine “pre-abilitazione” si riferisce a tutte quelle attività che hanno il fine ultimo di abilitare, appunto, anticipatamente il proprio fisico a poter svolgere uno sforzo intenso riducendo la probabilità di incorrere in infortuni sia di natura traumatica che di natura cronica. Tra di esse non può sicuramente essere trascurato l’allenamento della forza, dato che ci permette di focalizzarci sul potenziamento delle articolazioni che sono più comunemente utilizzate nello sport specifico di nostro interesse. Un esempio concreto è quello che riguarda gli sport denominati come “overhead” (con movimenti degli arti superiori al di sopra della testa), come baseball, tennis, nuoto... nei quali la spalla è messa ampiamente sotto stress e risulta perciò fondamentale andare a rinforzare il complesso della cuffia dei rotatori e i muscoli para-scapolari. Lo strength-training come pre-abilitazione, perciò, gioca un ruolo chiave anche in età evolutiva, in particolare nei periodi in cui la struttura fisica (che è in fase di crescita e trasformazione) subisce alterazioni meno marcate che se presenti potrebbero modificare la biomeccanica dei gesti e aumentare la probabilità di infortuni (Stricker et al., 2020).

Gli infortuni legati allo sport in ambito giovanile sono diventati un dato importante negli ultimi anni per quanto riguarda il numero dei ricoveri e i costi sanitari ad essi legati, e inoltre, a lungo andare un’alta incidenza degli stessi può portare ad osteoartrite (parlando in termini di danni di natura fisica) o ancora ad abbandono dello sport (se si considera l’aspetto sportivo ludico/agonistico) (Faigenbaum et al., 2009). Questo ce lo dice anche uno studio recente condotto nel 2018 negli Stati Uniti: ogni anno circa 40 milioni di bambini e ragazzi statunitensi tra i 5 e i 18 anni praticano sport e si verificano approssimativamente 4 milioni di infortuni ad esso correlati, di cui 2,6 milioni necessitano richiesta al pronto soccorso per un totale di 2 miliardi di dollari come costi relativi. Questa difficoltà di tipo fisico-economico ha fatto sorgere la domanda se un programma di allenamento neuro-muscolare (strength training) potesse essere efficace per prevenire gli infortuni (in particolare a ginocchia e caviglie) delle ragazze di un distretto scolastico nel Kentucky che svolgevano basket, calcio e pallavolo. 474 ragazze (222 delle scuole medie, 252 delle scuole superiori, tra i 13 e i 16 anni circa) sono state divise in gruppo “CORE”, che doveva svolgere allenamenti per il potenziamento del tronco e degli arti inferiori, e gruppo “SHAM”, che invece avrebbe dovuto allenarsi nella corsa con una resistenza



elastica, entrambi obbligati a svolgere dall'inizio alla fine della stagione 2 allenamenti a settimana durante l'in season e 3 durante l'off season (cioè, rispettivamente, 2 durante le competizioni e 3 prima dell'inizio delle competizioni). L'unità di misura utilizzata per confrontare le probabilità di infortunio tra le due metodologie è stata l'AE (Athlete Exposure), che corrisponde ad un'atleta che partecipa ad una sessione diretta dal coach, gara o allenamento che sia. Alla fine, il gruppo "CORE" ha riportato 107 infortuni totali (5,34 injures/1000 AEs), mentre lo "SHAM" 134 (8,54 injures/1000 AEs). Sia nel basket che nella pallavolo il gruppo "CORE" ha avuto un'incidenza minore di infortuni (4,99 injures/1000 AEs vs 7,72 injures/1000 AEs nel basket; 5,74 injures/ AEs vs 11,63 injures/1000 AEs nella pallavolo). Infine, il gruppo "CORE" ha avuto la meglio anche nelle scuole medie per quanto riguarda gli infortuni al ginocchio (4,16 injures/1000 AEs vs 7,04 injures/1000 AEs). Quindi, si può effettivamente dire che un programma di allenamento della forza sia utile per prevenire l'incidenza di infortuni, sia in generale che in relazione alla metodologia "SHAM", sia per le ragazze delle scuole medie che per le superiori (Foss et al., 2018).

Un approfondimento più dettagliato vale la pena farlo per gli infortuni riguardanti il legamento anteriore crociato. Nelle scuole superiori degli Stati Uniti esso rappresenta il danno a cui si collega la maggior perdita di tempo per l'attività sportiva e le competizioni in termini di guarigione, contando circa 350000 ricostruzioni o riparazioni annuali. Oltretutto l'intervento, pur essendo un trattamento *ad hoc*, non è esente da complicazioni: capita talvolta di dover aspettare addirittura un anno prima di ritornare a praticare il proprio sport, o peggio, di danneggiare il legamento crociato controlaterale, o ancora di incorrere in osteoartrite nei successivi 10-15 anni. Per questo motivo, numerosi studiosi si sono impegnati nella ricerca del miglior metodo di allenamento neuromuscolare che potesse prevenire efficacemente questo tipo di problematica: nel 2014 è stata pubblicata una meta-analisi che raccoglieva 14 studi sul campo inerenti all'argomento in relazione alle atlete femminili, rilevando all'interno delle programmazioni utilizzate 4 tipi di esercizi:

- Balance: esercizi posturali ad una gamba o su una superficie instabile, con o senza perturbazioni;
- Plyometric: pliometria, già introdotta quando si è trattato della potenza muscolare come beneficio nell'allenamento della forza;
- Strengthening: esercizi con il fine ultimo di generare un maggior quantitativo di forza muscolare;
- Proximal control: esercizi che coinvolgono segmenti corporei prossimali all'articolazione del ginocchio.

Alla fine, presi singolarmente, gli esercizi di tipo “strengthening” e “proximal control” hanno ridotto nitidamente l'incidenza di infortuni al legamento crociato anteriore rispetto alle altre due metodologie, sebbene anche la categoria “plyometric” lo facesse ma non in maniera rilevante. Il beneficio maggiore, però, lo si è ottenuto combinando le varie tipologie all'interno di un unico programma di pre-abilitazione neuromuscolare, quindi la raccomandazione è quella di costruire quest'ultimo per pre-abilitare in maniera più efficace possibile le atlete femminili che potrebbero dover affrontare questa problematica (Sugimoto et al., 2015). Un caso specifico di applicazione dello stesso, presente in uno degli studi raccolti nella meta-analisi, è quello delle 300 giovani calciatrici (dai 14 ai 18 anni) che sono state monitorate per un anno durante tutto il corso della stagione sportiva. Tra di esse, 42 hanno svolto un programma pre-abilitativo (Frappier acceleration training program) di 7 settimane prima dell'inizio della stagione, che comprendeva condizionamento cardiovascolare, lavori con elastici (balance), pliometria ed esercizi specifici per la forza e la flessibilità, mentre le restanti 258 hanno svolto regolarmente solo gli allenamenti di calcio. Si è visto come le prime abbiano avuto una percentuale minore di infortuni al legamento crociato anteriore (1 su 42, 2,4% vs 8 su 258, 3,1%), che sebbene non sia un dato così rilevante statisticamente si può teorizzare che con un quantitativo maggiore di individui nel gruppo pre-abilitato si sarebbe potuto ottenere un risultato migliore (Heidi et al., 2000).

## **Allenare la forza in età evolutiva: rischi e fattori di rischio**

Per rischi si vuole intendere l'insieme di tutti gli infortuni e le reazioni indesiderate che possono presentarsi nel momento in cui un bambino/a o ragazzo/a si cimenta nell'allenamento della forza, mentre per fattori di rischio l'insieme di tutte le condizioni che contribuiscono ad aumentare le probabilità che accadano gli stessi. I primi verranno approfonditi in seguito, facendo riferimento a quelli di maggior rilevanza per l'età evolutiva, mentre qui di seguito si tratterà dei fattori di rischio e delle linee guida fondamentali per prevenirli.

### Fattori di rischio e linee guida

Come già spiegato in diverse occasioni lo strength-training, se effettuato con cognizione di causa ovvero supervisionato e seguendo le linee guida adatte in relazione all'età del soggetto, ha un basso rischio di infortuni: programmi con una o più serie allenanti, macchinari o corpo libero... Ciascun metodo se segue i giusti criteri può risultare efficace. Persino il weightlifting, demonizzato inizialmente nel 1983 dall'A.A.P, ora trova riscontri positivi in quanto è dimostrato che sia stato possibile guadagnare forza notevolmente utilizzando elementi propri della disciplina (clean, pulls e press) senza riportare danni, e inoltre, che la disciplina stessa sia sicura quando ad assistere il piccolo atleta c'è un coach ben informato che supervisiona tutti gli allenamenti e le competizioni. Tuttavia, le situazioni che mettono a rischio la salute dell'atleta sono molteplici: tecnica scorretta, scarsa supervisione, inadeguata pre-abilitazione, nutrizione o equipaggiamento, errori nella programmazione, condizioni sfavorevoli per allenarsi... Altre cause che riguardano selettivamente l'età evolutiva, dato che all'interno di essa se ne ha una maggior variabilità, sono i picchi di crescita, la composizione corporea e la maturità biologica. In cima alla classifica però ci sono gli incidenti (come la caduta di oggetti pesanti o lo schiacciamento di mani e piedi), che aumentano in maniera inversamente proporzionale all'età (più si è piccoli, maggiore è il rischio) e che potrebbero essere più facilmente evitati se si seguissero sempre le indicazioni della sala pesi, se si utilizzasse correttamente l'attrezzatura e se si ponesse più attenzione agli oggetti pesanti (Faigenbaum & Myer, 2010). Questo è dimostrato da uno studio effettuato nel 2009, il quale si era posto come obiettivo quello di trovare la correlazione tra una determinata tipologia di infortunio

(accidentale se dovuto alla caduta di un oggetto, ad un inciampamento o all'uso improprio dell'attrezzatura, mentre non accidentale se dovuto ad danno acuto come lo strappo muscolare, ad un danno cronico come la tendinite o ad un malfunzionamento dell'attrezzatura) e l'età del soggetto di riferimento. Sono stati raccolti i dati di 4111 pazienti mediante il codice CPSC per il weightlifting (Consumer Product Safety Commission, agenzia governativa statunitense per i beni di consumo), i quali sono stati divisi in 4 categorie: scuole elementari/medie (8-13 anni), scuole superiori (14-18 anni), college (19-22 anni) e adulti (23-30 anni). Tramite il metodo statistico della regressione logistica multinomiale si è visto come al diminuire dell'età aumentino gli infortuni di tipo accidentale, mentre all'aumentare dell'età cresce il numero di infortuni di natura non accidentale sul tessuto muscolare, tendineo e legamentoso, e viceversa (Myer et al., 2009).

In sostanza, la maggior parte degli infortuni avvenuti nelle fasce dell'età evolutiva poteva essere tranquillamente evitato in presenza dei due “capisaldi per la sicurezza” ovvero supervisione e linee guida. Ma quali sono queste linee guida che dovrebbe seguire l'esperto supervisore per mettere in sicurezza il suo giovane sportivo? Ce lo dice in maniera esaustiva l'AAP nel suo recente report del 2020, il quale conta 14 punti chiave che ora (data la loro importanza) verranno interamente presentati (Stricker et al., 2020):

- 1) Nei giovani con ipertensione, disturbi neurologici, determinate condizioni cardiovascolari e antecedente trattamento chemioterapico con antracicline è necessaria una consultazione medica prima di iniziare un programma di allenamento della forza;
- 2) Nei bambini con patologie cardiache congenite è necessaria una consultazione con un cardiologo pediatrico per le guide sulla sicurezza e le possibili variazioni sulla partecipazione all'attività;
- 3) Integrare allenamento aerobico, allenamento della forza e altre componenti del fitness legate alle abilità in allenamenti idonei all'età evolutiva per creare un programma globale di fitness;

- 4) Nei giovani in condizione di obesità o sovrappeso iniziare con degli esercizi di forza basilari piuttosto che con un programma di tipo aerobico, per incoraggiare e supportare un'attività fisica efficace sia a breve che a lungo termine;
- 5) Includere nella sessione di allenamento un riscaldamento più dinamico ed un defaticamento meno intenso con dello stretching;
- 6) Incoraggiare i ragazzi ad avere un'adeguata alimentazione ed assunzione di liquidi poiché entrambe sono importanti per le competizioni e l'accumulo ed il ripristino di energie. È necessaria una corretta dose di "carburante" per il fabbisogno calorico dell'esercizio, la performance, il recupero e la crescita.
- 7) Valutare le RTSC (Resistance Training Skill Competency, ovvero il livello di forza negli esercizi base come squat, piegamenti sulle braccia... Il termine "resistance" è sinonimo di "strength" in questo caso) e fornire un feedback in tempo reale sulla tecnica esecutiva per minimizzare i rischi e massimizzare i benefici. Per riuscirci è necessario:
  - 7.1) Far eseguire gli esercizi senza carico o con un carico basso fino a quando non si vede un miglioramento delle RTSC ed un utilizzo della tecnica adeguata;
  - 7.2) Si può far aumentare il carico utilizzando il proprio peso corporeo o un ulteriore carico esterno finché la tecnica corretta viene mantenuta;
  - 7.3) Nei giovani con un'esperienza d'allenamento più avanzata sono necessari carichi ed intensità più alte per aumentare la forza e la potenza muscolare in preparazione per gli sport;
  - 7.4) I test 1RM possono essere appropriati per sviluppare un programma di allenamento individualizzato e monitorare i progressi;
- 8) Dedicarsi a tutti i muscoli principali della parte superiore ed inferiore del corpo insieme al core, includendo esercizi multi-articolari come squat e propri del weightlifting, per un programma completo adatto a costruire forza e potenza muscolare;

- 9) Incorporare in maniera sensata lo strength-training e monitorare la quantità di tempo dedicata ad esso come parte di un programma complessivo di allenamento per ridurre il rischio di patologie da sovraccarico. Per valutare il volume totale di allenamento è importante monitorare il tempo speso per lo strength-training anche a scuola o in altri tipi di attività sociali, oltre che quello speso per altri tipi di allenamento;
- 10) Valutare ogni sintomo di debolezza, segno di infortunio o sindrome da sovraccarico dovuta allo strength-training o alla partecipazione ad altri sport prima di riprendere con un programma di allenamento;
- 11) Incorporare esercizi del weightlifting e derivati in una programmazione sotto indicazioni di un personale qualificato. Passare da un'asta di legno ad un bilanciere vuoto man mano che le RTSC migliorano;
- 12) Educare gli atleti riguardo al rischio associato alle sostanze per il miglioramento della performance e/o droghe ed anabolizzanti steroidei per scoraggiarli al loro utilizzo;
- 13) Aumentare la sicurezza dello strength-training usufruendo di un personale qualificato, allenato, consapevole degli aspetti unici dei giovani e in possesso di una certificazione riconosciuta per la forza e il condizionamento. Il rapporto istruttore/partecipante è importante e dipende dall'esperienza dell'istruttore tanto quanto dall'esperienza e dal RTSC dei partecipanti. Insegnanti di educazione fisica e professionisti del fitness certificati, con consapevolezza ed esperienza nei confronti dell'allenamento coi giovani, possono fornire programmazioni per bambini ed adolescenti sicure ed efficaci, quindi i giovani atleti possono avere come istruttore qualificato il loro insegnante scolastico o uno specialista della forza e condizionamento;
- 14) Utilizzare una tecnica adeguata e la supervisione di un personale qualificato come componenti necessari per la sicurezza in ogni programma di allenamento della forza che coinvolga bambini ed adolescenti.

Senza addentrarsi troppo nello specifico su quali siano tutti i potenziali infortuni correlati in generale allo strength-training, dato che tra fratture, lesioni muscolari e tendinee la trattazione sarebbe molto estesa, ora si tratterà delle 3 principali fonti di preoccupazione che insorgono quando si parla nello specifico di bambini e adolescenti, ovvero la sindrome da sovrallenamento, gli infortuni di natura ossea e le condizioni patologiche pregresse.

## Sindrome da sovrallenamento

La sindrome da sovrallenamento è una condizione che colpisce l'organismo da un punto di vista sia fisico che psicologico. Essa si manifesta soprattutto nel momento in cui le richieste sportive di un soggetto (in termini di intensità, volume, frequenza degli allenamenti...) superano le sue capacità di recupero, e si traduce in un calo drastico delle prestazioni (oltre che in altre problematiche quali disturbi del sonno, irritabilità, ansia, perdita di peso...). È stato infatti dimostrato come un allenamento troppo lungo a carichi alti o un recupero inadeguato tra più sessioni di strength-training sia strettamente correlato ad un aumento della condizione di malessere e del numero di infortuni. Inoltre, va tenuto conto, soprattutto nei giovani, che gli allenamenti di forza devono essere integrati all'interno di un programma che in molti casi prevede allenamenti specifici per un determinato sport, ore scolastiche di attività motoria, tempo impiegato nelle attività ricreative ecc. (Stricker et al., 2020). Nel 2015 è stato fatto compilare un questionario annuale ad un ingente campione di bambini e adolescenti all'interno di un campo estivo sportivo (4363 soggetti, dagli 11 ai 15 anni), con la finalità di ottenere dati riguardo agli infortuni acuti e cronici in relazione ai fattori di rischio riscontrati nella partecipazione ai 7 sport praticati. È importante sottolineare che l'infortunio, durante lo studio, è stato considerato tale solo se relativo all'attività sportiva e se abbastanza grave da tenere a riposo il soggetto per almeno una settimana. In conclusione è emerso che ben il 49% dei partecipanti è incorso in un infortunio nel corso dell'anno (più precisamente, 53% ragazzi e 47% ragazze), e che sono stati 3 i fattori di rischio principali: età, sesso e nientemeno lo strength-training. Quest'ultimo, il nostro oggetto d'interesse, dopo aver effettuato un'analisi di regressione logistica è risultato essere l'unico fattore di maggior incidenza

sugli infortuni con un OR (odds ratio, rapporto di probabilità) di 1,25 per <1 ora di lavoro alla settimana, 1,43 tra 1-2 ore e 1,82 per >3 ore. Ciò ovviamente non significa che l'allenamento della forza venga definito dagli autori non idoneo per i ragazzi appartenenti a questa fascia d'età, anzi, viene evidenziato ancora una volta come esso possa risultare efficace se fatto correttamente e supervisionato. Semplicemente dato che nel questionario non è stato richiesto ai partecipanti di specificare la presenza di supervisione o meno durante la loro attività, è presumibile che essi abbiano effettuato degli allenamenti che (considerate le circostanze o la tipologia di strength-training svolta) hanno incrementato il rischio di infortuni, e che (collegandosi alla questione "overtraining") all'aumentare del tempo impiegato nello svolgimento degli stessi si sia messo il fisico sotto uno sforzo tale da aumentare la probabilità di infortunarsi (Bostrom et al., 2016).

### Infotuni di natura ossea

Riprendendo ciò che è già stato trattato nel paragrafo relativo alla densità minerale ossea, è confermato che pensare di poter causare a priori infortuni alle strutture ossee dei giovani in presenza della cartilagine di accrescimento, quando ci si allena sotto un determinato carico, sia scorretto. È corretto però il ragionamento se si considera che comunque un osso maturo non presenta le stesse caratteristiche di uno non maturo: bambini e ragazzi sono più sottoposti a rischio per quanto riguarda l'incompleta formazione sia dell'ultima parte dell'osso (piatto epifisario) che delle protuberanze ossee sedi di inserzione dei tendini (piatto apofisario). In particolar modo, contrazioni esplosive a carico di quest'ultime (provocabili dallo strength-training, ma non solo) possono provocare un'avulsione, ovvero un distaccamento di una porzione ossea dalla sua sede principale. C'è una meta-analisi del 2018 che ha analizzato, appunto, le avulsioni avvenute nella regione pelvica per ragioni sportive in 8 studi diversi tra il 2010 e il 2017. La popolazione dello studio era composta da 314 soggetti, di cui 242 maschi e 72 femmine, di età compresa tra i 13,6 ed i 16,5 anni. Il più comune sito di infortunio è risultato essere la spina iliaca anteriore inferiore (46%), al secondo posto quella anteriore superiore (31%), al terzo la tuberosità ischiatica (12%) e infine la cresta iliaca (11%), inoltre, è interessante aggiungere come la pratica terapeutica più adatta in caso di rottura di grandi frammenti



sia stata l'intervento chirurgico, nonché pratica più utile anche per un ritorno rapido all'attività sportiva e per la diminuzione del rischio di pseudo-artrosi (Calderazzi et al., 2018). Prendendo in considerazione, invece, come causa protagonista, una disciplina di forza, possiamo fare riferimento ad un report clinico risalente a 30 anni fa di un ragazzo di 16 anni, che si è svegliato una mattina con un dolore nella zona lombare inferiore che si è irradiato poi al gluteo, alla coscia e al ginocchio sinistro. Ciò è avvenuto in seguito ad un allenamento pesante di weightlifting effettuato a scuola il giorno precedente (in particolare il soggetto, dopo aver svolto una serie di clean, aveva iniziato ad avvertire dolore alla schiena). Una tomografia computerizzata (tecnica diagnostica per immagini) ha permesso di mostrare nitidamente una frattura apofisaria nella terza vertebra lombare, che è stata poi sistemata mediante intervento chirurgico e ha permesso di rimettere in sesto il paziente. Inutile dire che il danno poteva essere evitato: nel report è indicato come l'insegnante del ragazzo abbia utilizzato la filosofia del "quando uno è stanco, è il momento di massimizzare i propri sforzi", un atteggiamento del tutto inadeguato secondo le linee guida nei confronti di un ragazzo che allena la forza, figuriamoci all'interno di un contesto scolastico (Browne et al., 1990).

### Condizioni patologiche pregresse

Come già anticipato all'interno delle linee guida dell'A.A.P, esistono delle condizioni mediche patologiche, non di carattere muscolo-scheletrico, che si possono presentare nei ragazzi, e che necessitano di assoluto riguardo per evitare di sfociare in problematiche sia collegate alle patologie di riferimento stesse sia ai fattori di rischio che potrebbero insorgere se si allena la forza in queste condizioni. L'ipertensione richiede la consultazione di un medico professionista a causa dell'innalzamento della pressione sanguigna ed ai disordini emodinamici che vanno a crearsi; addirittura, in presenza di ipertensione polmonare sarebbe da vietare lo strength-training a causa del rischio di scompenso cardiaco, che nella maggior parte dei casi è causa di morte improvvisa. Altre patologie sono i disturbi neurologici (pericolosi per la loro imprevedibilità) la

cardiomiopatia ipertrofica (potenzialmente fatale per l'ipertrofia al ventricolo sinistro) o ancora l'aver fatto in passato un trattamento chemioterapico con antracicline (che potrebbe portare a cardiotossicità ed arresto cardiaco) (Stricker et al., 2020). Secondo una dichiarazione dell'AHA (America Heart Association) e dell'ACC (American College of Cardiology) l'ipertensione è la condizione clinica cardiovascolare più comune all'interno della popolazione (circa il 3,5% tra i bambini e gli adolescenti) nonché il fattore di rischio cardiovascolare più presente tra gli atleti agonisti. Essi dettano delle raccomandazioni per quanto riguarda l'esercizio fisico in correlazione ai valori di pressione sanguigna (che ricordiamo, essere di norma, pressione sistolica <120 mmHg e pressione diastolica <80 mmHg). Per gli atleti che hanno un'ipertensione di stadio 2 (PS 160-180/PD 100-110) si sconsigliano le attività con un'alta MVC (tra cui il weightlifting che è uno sport di forza) fino a quando non si sia regolato adeguatamente lo stile di vita o non si abbia iniziato una farmacoterapia. Per quelli di stadio 1 (PS 140-160/PD 90-100), invece, è necessaria un'ecocardiogramma per valutare la presenza di ipertrofia al ventricolo sinistro ed eventualmente iniziare una farmacoterapia. Infine, per coloro che si trovano in condizioni di pre-ipertensione (PS 120-140/PD 80-90) viene consigliato di rivalutare il proprio stile di vita ma non è in alcun modo esclusa l'attività fisica (Black et al., 2015).

## **Allenare la forza in età evolutiva: altre considerazioni**

Prima di iniziare a parlare dei contenuti effettivi di un'ipotetica programmazione per l'allenamento della forza vale la pena soffermarsi su altri due argomenti di rilevanza, che risultano essenziali per chi pianifica l'attività dei giovani e per capire quali esercizi svolgere e come svolgerli. Si tratta del sesso e dell'età dei soggetti, due fattori che sono stati già accennati quando si è parlato del miglioramento della performance atletica a lungo termine, e che sono stati anche considerati fattore di rischio nello studio riguardo agli infortuni e alla probabile correlazione con la sindrome da overtraining.

### **Differenze tra maschi e femmine**

Durante l'infanzia la forza dei maschi e delle femmine cresce in maniera relativamente lineare, e dipende esclusivamente dalla maturazione del sistema nervoso centrale

(reclutamento delle unità motorie, frequenza di scarica, sincronizzazione...). La questione cambia all'inizio dell'adolescenza, quando per i maschi entrano in gioco a favore anche i cambiamenti strutturali dati dall'aumento delle concentrazioni ormonali di testosterone e GH (che portano all'incremento dell'altezza, della massa corporea ed in parte anche della massa muscolare), mentre le femmine continuano a svilupparsi in maniera più lineare. Altre due precisazioni vanno fatte riguardo al genere femminile: la prima riguarda che qualora ci fossero scarsi adattamenti neuromuscolari in corrispondenza con la crescita muscolo-scheletrica potrebbero insorgere anomalie nella struttura delle articolazioni e potrebbero aumentare i fattori di rischio (abbiamo visto, ad esempio, come un programma pre-abilitativo di strength-training, condizionamento cardiovascolare e flessibilità possa prevenire gli infortuni al legamento crociato anteriore); la seconda invece che lo strength-training possa permetterci di misurare indicativamente l'impennata di crescita in termini di forza, potenza e coordinazione (cosa che nei maschi, diversamente, risulta più semplice da vedere anche senza allenare la forza) (Lloyd et al., 2014). Nel 2009 uno studio ha voluto misurare la tensione specifica del quadricipite in 20 soggetti adulti e 20 bambini (divisi equamente tra maschi e femmine). La tensione specifica è stata calcolata come il prodotto tra la forza espressa dal muscolo ed il coseno dell'angolo di pennazione del muscolo, il tutto diviso per la sezione trasversa fisiologica (essendo il quadricipite un muscolo dotato di 4 capi, nel calcolo sono stati considerati l'angolo e la sezione trasversa per ognuno di essi). La forza del muscolo è stata misurata mediante MVC in estensione di ginocchio, andando ad escludere un'eventuale co-attivazione dei muscoli antagonisti (ovvero i flessori del ginocchio, in questo caso) tramite elettromiografia, mentre la sezione trasversa fisiologica è stata calcolata mediante risonanza magnetica. Si è visto come la forza muscolare espressa e la sezione trasversa siano state maggiori per gli uomini (11,4 kN, 214 cm<sup>2</sup>) rispetto alle donne (8,7 kN, 152 cm<sup>2</sup>), mentre non ci sono state differenze sostanziali tra bambini (5,2 kN, 99 cm<sup>2</sup>) e bambine (6,1 kN, 102 cm<sup>2</sup>), dimostrando quanto precedentemente affermato. Infine, la tensione specifica è risultata simile per tutti i gruppi (55±11 N cm<sup>-2</sup> per gli uomini, 57,3±13 N cm<sup>-2</sup> per le donne, 54±14 N cm<sup>-2</sup> per i bambini e 59,8±15 N cm<sup>-2</sup> per le bambine), dimostrando che l'aumento della forza muscolare successivamente

alla maturazione non è dovuta ad un aumento della tensione specifica del muscolo, ma piuttosto (come trattato in precedenza riguardo ai cambiamenti strutturali maschili in adolescenza) ad un aumento delle dimensioni di quest'ultimo (O'Brien et al., 2010).

## Quando cominciare?

Innanzitutto bisogna fare una premessa riguardo all'età come dato da tenere in considerazione per programmare l'attività sportiva. A causa dell'alta soggettività per quanto concerne la crescita e la maturazione in età giovanile, bambini e ragazzi della stessa età cronologica (cioè l'età effettiva del soggetto) possono invece variare in maniera considerevole per quanto riguarda l'età biologica (età che si può attribuire ad un soggetto per le sue caratteristiche morfologiche e funzionali), fino ad arrivare a differenze di addirittura 4-5 anni. Ne consegue che l'età cronologica sia un debole indicatore dello sviluppo e preparazione del nostro giovane atleta, e che quindi all'interno delle programmazioni a lungo termine sia più idoneo utilizzare l'età biologica come punto di riferimento piuttosto che effettuare gruppi e classificazioni in base agli anni (Lloyd et al., 2014). In ogni caso, l'ASCA nel suo documento di posizione dà un'opinione in merito all'età più adatta per approcciarsi allo strength-training. Essa sostiene che se un bambino è in grado di svolgere attività strutturate ed organizzate come calcio, basket, rugby... allora allo stesso tempo può ritenersi già pronto per svolgere anche un programma supervisionato di strength-training, quindi la differenza non la fa tanto l'età in sé quanto la capacità di saper seguire le istruzioni. Alcuni bambini potrebbero addirittura vedere la sala pesi come una grande stanza dei giochi dove correre e lanciare gli oggetti senza applicare l'impegno e la concentrazione necessari per allenarsi e seguire le indicazioni del proprio allenatore, il che potrebbe essere pericoloso e deleterio se si considera la presenza di pesi, dischi e macchinari (che, come abbiamo visto, potrebbero costituire il più comune fattore di rischio per l'allenamento della forza in età evolutiva, ovvero gli incidenti). In caso contrario, un bambino in grado di ascoltare le indicazioni fornite e mettere in atto il comportamento più adeguato per mantenersi in sicurezza può entrare nel mondo dello strength-training se ha compiuto almeno 6 anni, l'età di accesso alla scuola elementare (Wilson et al., 2017). Ad avvalorare questa tesi c'è uno studio effettuato dal

più volte citato autore Avery D. Faigenbaum per valutare la sicurezza ed efficacia del test 1RM per i bambini e per gli adolescenti. 32 bambine/ragazze e 64 bambini/ragazzi tra i 6,2 ed i 12,3 anni hanno effettuato una serie di test massimali sotto la supervisione di un personale qualificato nei seguenti esercizi: panca piana, chest press (due esercizi per la parte alta), leg press e leg extension (due esercizi per la parte bassa). Alla fine, ciascun soggetto ha svolto il test e ricavato il dato di interesse senza incorrere in infortuni od incappare in altre problematiche (ad eccezione di un partecipante, che non ha potuto svolgere i test degli arti inferiori per via di una patologia ortopedica), quindi anche un bambino che ha da poco compiuto 6 anni d'età può esprimere alti livelli di forza senza dover necessariamente scontrarsi con effetti collaterali (Faigenbaum et al., 2003).

Oltre all'età cronologica e biologica, va presa in considerazione anche la cosiddetta "training age" (che nelle 14 linee guida è stata definita come "esperienza d'allenamento"), che appunto rappresenta la quantità di tempo impiegata nell'allenamento in generale o in relazione ad un determinato sport. Con un ragazzo adolescente che non ha mai sperimentato prima un allenamento della forza bisognerà avere un approccio completamente diverso da quello che si potrebbe avere con un bambino di 10 anni che, seppur più piccolo, ha già una tecnica consolidata (Lloyd et al., 2014). Nel caso del ragazzo adolescente, indipendentemente dall'età, bisognerà approcciare la tecnica dei fondamentali e sviluppare un livello di forza generale prima di inserire nell'allenamento gli esercizi indicativamente adatti alla sua età cronologica (poiché gli mancano delle basi solide). Nel caso del bambino, che dimostra eccellenti qualità in forza, potenza e velocità mantenendo sempre una tecnica corretta, si potrà invece inserire diverse tipologie di esercizi anche idonee alla sua età (Lloyd & Oliver, 2012). In ogni caso, il periodo ideale nel quale sviluppare le competenze motorie di base dovrebbe essere l'infanzia poiché la coordinazione neuromuscolare è più soggetta a trasformazioni: da bambini avviene una rapida maturazione del cervello, quindi potenziare gli schemi motori fondamentali nel periodo in cui hanno luogo il rafforzamento delle connessioni neurali e il deterioramento delle sinapsi meno efficienti ed utilizzate (fenomeno del "pruning" sinaptico) risulta cruciale per lo sviluppo a lungo termine dell'atleta (Lloyd et al., 2014).

## **Metodi e mezzi per lo sviluppo della forza in età evolutiva**

Come ultimo capitolo informativo di questa produzione scritta si andranno a trattare nello specifico gli elementi che riguardano l'aspetto metodologico dell'allenamento della forza in età evolutiva, ed infine quelli concretamente utili per procedere con la stesura di un programma. Verrà quindi presentato l'approccio alle variabili dell'allenamento in relazione alle caratteristiche dei soggetti, la questione riguardo alla sicurezza del test 1RM e alcuni esempi di test e programmazioni in base alle diverse fasce d'età proposti dall'ASCA che tornano utili come spunto per i coach che vogliono cimentarsi nello strength-training.

### **Le variabili dell'allenamento**

Le variabili dell'allenamento sono i fattori che il preparatore, allenatore o insegnante che gestisce quando vuole strutturare una programmazione per il suo atleta, e che risultano fondamentali per ottimizzare il processo di miglioramento fisico o della performance e per evitare infortuni nel breve e nel lungo periodo. Alcune di esse, come il volume e l'intensità, sono già state accennate in precedenza. In ogni caso, verranno approfondite meglio ora fornendo anche qualche percentuale utile per definire il carico da utilizzare in allenamento:

- Scelta degli esercizi: finché la tecnica corretta viene mantenuta si può svolgere una moltitudine di esercizi con un'altrettanta varietà di attrezzi (bilancieri, manubri...), in particolare se quest'ultimi sono adattati alle dimensioni del giovane atleta. La scelta della modalità di allenamento dipende da diverse variabili: tecnica e livello di fitness del soggetto, obiettivo della programmazione, attrezzatura a disposizione. C'è comunque da dire che, dopo aver sviluppato un buon livello negli esercizi a corpo libero, un occhio di riguardo lo si dovrebbe avere nei confronti degli esercizi che sfruttano i pesi liberi piuttosto che i macchinari, per la loro peculiarità nell'attivare maggiormente la muscolatura a livello globale (Lloyd et al., 2014). Questo ce lo dimostra uno studio del 2008 che ha voluto confrontare due diversi tipi di esecuzione del power clean (anche detto clean, un esercizio proprio del weightlifting): l'esecuzione

classica, utilizzando il bilanciere oppure un'alternativa svolta grazie ad una power trainer machine, che mimasse il movimento. Sono stati scelti 14 uomini con circa 4 anni di esperienza alle spalle nell'esecuzione dell'esercizio, e ciascuno di loro ha svolto un test 1RM ed una valutazione cinetica all'85% dell'1RM per entrambe le modalità. Si è visto grazie all'utilizzo di un dinamometro computerizzato (FITROdyne) come il picco massimo di forza fosse maggiore per l'esecuzione classica rispetto a quella con il macchinario ( $1445 \pm 266$  N vs  $1231 \pm 194$  N), viceversa per quanto riguarda invece il picco massimo di velocità ( $1,77 \pm 0,28$  m/s vs  $2,20 \pm 0,24$  m/s), dimostrando quindi che le limitazioni meccaniche date dall'esercizio svolto alla power trainer risultino in differenti caratteristiche cinetiche rispetto al bilanciere (Jones et al., 2008). In ogni caso, sia macchinari che pesi liberi, ma anche esercizi a corpo libero, con elastici o palle mediche, possono produrre ottimi adattamenti fisiologici e incrementi della performance in un programma di strength-training (Lloyd et al., 2014). Dato che negli studi citati nei precedenti capitoli si è già trattato di tutte queste metodologie ad eccezione dell'utilizzo della palla medica, vale la pena avvalorare anche questa tesi avvalendosi di un esperimento svolto a scuola durante le ore di educazione fisica. A questo studio hanno partecipato 118 studenti (15-16 anni), tra cui 69 (42 maschi e 27 femmine) hanno svolto un programma di 6 settimane dove nei primi 10-15 minuti (a seconda della progressione) di ciascuna delle due lezioni settimanali dovevano svolgere una serie di esercizi con la palla medica, mentre i restanti 49 (35 maschi e 14 femmine) costituivano il gruppo di controllo. Alla fine i 69 ragazzi hanno aumentato il loro livello di forza sia in esercizi aventi la palla medica (come il lancio, del 19%), sia esenti dalla palla medica (come il salto in lungo, del 9%, e il test navetta, del 6%), mentre i restanti 49 non hanno fondamentalmente ottenuto variazioni. Ciò significa che l'attrezzo in questione permette di migliorare non solo la forza, ma può tornare utile anche per la potenza, la velocità e l'agilità (Faigenbaum & Mediate, 2006).

- Volume ed intensità: sono due variabili che vengono costantemente manipolate per costruire le sessioni di allenamento, la programmazione e la pianificazione a lungo termine. Il volume viene definito come il numero di serie allenanti moltiplicato per il numero di kg utilizzato, mentre l'intensità è comunemente rappresentata dalla

resistenza che bisogna vincere durante una ripetizione (quindi, interpretabile come quantità di kg sollevati come o modulo della forza resistente); appare chiaro come esse siano legate in maniera inversamente proporzionale, infatti maggiore sarà il carico utilizzato e minore sarà il numero di ripetizioni eseguibili. Come già discusso, entrambe le variabili devono essere trattate con criterio da un personale qualificato, poiché il rischio di incorrere in infortuni o di finire in sovrallenamento è imminente se i loro valori risultano eccessivi quando si svolge l'allenamento della forza. Per poterle ricavare è comunemente utilizzato il test 1RM (la cui validità e affidabilità verrà discussa più avanti), che permette poi mediante calcoli percentuali di ottenere i valori desiderati in base al lavoro che si vuole svolgere. Tuttavia non è l'unico metodo usufruibile: spesso insegnanti e preparatori, per praticità, possono avvalersi di metodi alternativi quali equazioni predittive dell'1RM, RM più alti (es. 5RM, 10RM...), salto in alto, salto in lungo o handgrip test, sebbene non risultino essere efficaci quanto il test 1RM. Ad esempio, è stato effettuato uno studio nel 2004 in cui 213 studenti di differenti team di atletica (tra i 15,2 ed i 16,4 anni) hanno ricavato il loro massimale di panca piana svolgendo prima un test 1RM, e la settimana dopo un test RTF (Repetitions to fatigue) eseguendo tra le 2 e le 10 ripetizioni (prima dei test è stato svolto un programma di strength-training di 4-6 settimane per prepararsi). Per ricavare un'equazione predittiva dell'1RM il più possibile precisa in relazione al risultato del test RTF è stato suddiviso il numero dei partecipanti: il risultato del test sub-massimale di 179 ragazzi è stato sottoposto ad un'analisi di regressione lineare multipla, sfruttando le equazioni di 10 differenti studi enunciate da altri autori, mentre i restanti 34 hanno utilizzato la nuova equazione ricavata dall'analisi (cioè  $1RM(kg)=1,18*kg+1,57*ripetizioni-9,22$ ) per ottenere l'1RM dall'RTF. Il risultato finale è stato un errore standard di 4,5 kg dell'RTF rispetto all'1RM effettivo, che in parole povere si traduce in un'eccellente predizione e dimostra quindi che RM più alti possono essere utilizzati per stimare l'1RM (Mayhew et al., 2004). Quando un bambino o un adolescente si avvicina per la prima volta allo strength-training, intensità e volume risultano superflue: come già spiegato quando si è trattato della "training age", il focus va fissato sulla tecnica ed sui primi adattamenti, quindi si



consigliano massimo 1-2 serie per esercizio con un'intensità inferiore o uguale al 60% dell'1RM. In particolare nei bambini, che sono nel pieno sviluppo del controllo motorio, si raccomandano inizialmente 1-3 ripetizioni per serie ciascuna con feedback in tempo reale per assicurare una corretta esecuzione. Una volta appresa la tecnica corretta si può procedere con la prima progressione, che consiste in indicativamente 2-4 serie da 6-12 ripetizioni con un'intensità inferiore o uguale all'80% (in questo caso, le ripetizioni andranno adattate all'intensità). Infine, una volta aumentata l'esperienza e la competenza del giovane atleta, si potranno inserire anche fasi di forza pura in cui ci saranno ripetizioni molto basse (inferiori o uguali a 6) e carichi esterni più alti (intensità maggiore dell'85%). In ogni caso, la forza è migliorabile sia nella prima progressione con un volume più alto ed un'intensità più bassa che nel secondo caso dove avviene l'opposto. A dimostrare ciò, possiamo prendere come riferimento uno studio effettuato in Grecia nel 2011 che aveva come obiettivo quello di valutare gli effetti dello strength-training da due punti di vista differenti sullo sprint nei 30 e nei 60 metri. 27 ragazzi (tra i 16 e i 18 anni circa, con 4-5 anni di esperienza in ambito "atletica") si sono offerti volontari per partecipare e sono stati divisi in 3 gruppi: il gruppo neuromuscolare (focalizzato sul miglioramento della coordinazione inter e intramuscolare e sulla sincronizzazione delle unità motorie), il gruppo dell'ipertrofia (focalizzato sull'aumento della massa muscolare) e il gruppo di controllo. I primi due hanno svolto 3 allenamenti di forza a settimana con i rispettivi obiettivi (ovvero, semi-squat e leg extension tramite un 5x3 per il gruppo neuromuscolare, 4x8 per il gruppo dell'ipertrofia) più 2 allenamenti sullo sprint, mentre il terzo solamente i 2 allenamenti di sprint (il tutto per un tempo totale di 8 settimane). Mediante i test pre- e post-studio si è notato come i due gruppi dello strength-training abbiano migliorato il proprio sprint, sia sui 30 metri che sui 60 metri, di gran lunga rispetto al gruppo di controllo (rispettivamente all'ordine citato, 8%, 6,2% e 2,1% nei 30 metri, invece 5,9%, 5,2% e 2,4% nei 60 metri), dimostrando che entrambi i metodi siano utili per aumentare la forza rapida da sfruttare a favore dello sprint (sebbene il gruppo neuromuscolare abbia comunque ottenuto risultati leggermente maggiori soprattutto grazie al miglioramento dell'accelerazione iniziale) (Dasteredis et al., 2011).

- Tempo di recupero: è stato dimostrato da diversi studi che i bambini, rispetto agli adulti, hanno la capacità di recuperare più velocemente dalla fatica dovuta all'esercizio fisico (grazie ad una serie di fattori tra cui un recupero più rapido della frequenza cardiaca a riposo, minor picco di lattato, capacità ossidativa più alta, migliore regolazione acido-base e tendenza ad un ripristino più veloce della fosfo-creatina). Gli stessi autori che riportano ciò hanno effettuato un test che andava a valutare l'effetto di recuperi diversi su soggetti diversi nell'esercizio della panca piana, dato che in letteratura scientifica sono inferiori le fonti che valutano questa variabile per i giovani in ambito strength-training piuttosto che in esercizi generali ad alta intensità (come al cicloergometro). Ragion per cui, 12 bambini (di età tra i 10,5 ed i 12,1 anni), 13 ragazzi (tra i 13 ed i 14,2) e 17 uomini (tra i 19,3 ed i 23,5) hanno effettuato 3 serie dell'esercizio in questione utilizzando come tempo di recupero 1,2 o 3 minuti tra di esse (quindi in totale 9 serie, divise in gruppi da 3 in giorni non consecutivi all'interno di un periodo di 2 settimane). La prima serie doveva necessariamente essere il proprio 10RM (calcolato in base al proprio 1RM), mentre le due successive un RTF (fino ad un massimo di 10) che avrebbero avuto valori diversi in base alle capacità di recupero del soggetto. I risultati sono stati più che significativi: il numero totale di ripetizioni svolte con 1 minuto di recupero è stato di  $27,9 \pm 3,1$  per i bambini,  $26,9 \pm 3,9$  per i ragazzi e  $18,2 \pm 4,1$  per gli adulti, con 2 minuti rispettivamente  $29,6 \pm 1,0$ ,  $27,8 \pm 3,5$  e  $21,4 \pm 4,1$ , infine con 3 minuti  $30 \pm 0,0$ ,  $28,8 \pm 2,4$  e  $23,9 \pm 5,3$ . Si può quindi confermare che le affermazioni iniziali siano valide anche per l'allenamento della forza (Faigenbaum et al., 2008). In ogni caso, con l'aumento dell'intensità (e quindi del coinvolgimento neurale) il tempo di recupero dovrà necessariamente aumentare fino a 2-3 minuti, specialmente in esercizi pliometrici o del weightlifting con movimenti complessi e alte produzioni di forza e potenza (Lloyd et al., 2014).
- Frequenza degli allenamenti: si riferisce al numero di sessioni svolte durante la settimana. Per bambini e adolescenti 2-3 allenamenti a settimana di forza (non consecutivi tra loro) risultano essere i valori più ottimali, concedendo al fisico il tempo necessario per recuperare e allo stesso tempo progredire al meglio delle possibilità (Lloyd et al., 2014). Secondo una meta-analisi del 2010, che ha analizzato gli effetti

dello strength-training di 42 studi diversi tra il 1949 ed il 2009, la frequenza media degli allenamenti di  $2,7 \pm 0,8$  alla settimana è risultata essere idonea per ottenere dei miglioramenti (concordando di fatto con le linee guida dell'AAP). In aggiunta, tramite il metodo della mediazione statistica è stato notato come all'aumentare di questo parametro (quindi delle sessioni settimanali) si potrebbero ottenere risultati sempre migliori (Behringer et al., 2010). Questo è potenzialmente fattibile man mano che si entra nella fase adolescenziale e successivamente in quella adulta, tenendo comunque sempre conto di tutta la restante attività fisica svolta al di fuori dello strength-training (per evitare di accumulare una quantità eccessiva di lavoro e finire in overtraining). Come già specificato nel paragrafo sul sovrallenamento, per coloro che praticano sport competitivi non specializzati nello sviluppo della forza l'allenamento di quest'ultima non dev'essere svolto semplicemente come "extra" rispetto a quelli sport-specifici o alle competizioni già presenti, ma dev'essere integrato con cognizione di causa in base alle richieste prestantive della propria disciplina (Lloyd et al., 2014).

- Velocità esecutiva: anche in questo caso va fatta una distinzione con i giovani alle prime armi. Infatti per loro una velocità esecutiva moderata è l'ideale per imparare nuovi movimenti ed esercizi, poiché avranno maggior stabilità e riusciranno a mantenere più facilmente una tecnica corretta. Per gli atleti più avanzati può valere lo stesso discorso, ma solo nel riscaldamento come fase preparatoria. Per il resto, infatti, torna più utile svolgere movimenti rapidi (soprattutto negli esercizi pliometrici e nel weightlifting) o comunque sia con l'intenzione di muoversi il più rapidamente possibile nonostante la presenza di un carico elevato che "decida" di fatto la velocità esecutiva (come nello squat o nello stacco da terra): questo lo si fa per beneficiare del sistema neuromuscolare, sfruttando il reclutamento muscolare e la frequenza di scarica (Lloyd et al., 2014). Uno studio famoso a riguardo è stato svolto nel 1993, e si proponeva di investigare gli effetti di due diverse modalità di strength-training nel movimento di dorsiflessione della caviglia a diverse velocità prestabilite. I partecipanti sono stati 8 ragazze (dai 20,4 ai 21,4 anni) e 8 ragazzi (dai 20,3 ai 21,9 anni), che hanno svolto 3 allenamenti a settimana per 16 settimane in cui sono stati effettuati su un arto contrazioni balistiche (sono simili alle pliometriche, senza addentrarci troppo nei

dettagli) utilizzando un dinamometro isocinetico (che imponeva una velocità costante del movimento di 5,23 rad/s) mentre sull'altro contrazioni isometriche a piede bloccato (quindi a velocità=0), entrambe con un volume di 5 serie per 10 contrazioni e ricercando la massima rapidità possibile. All'inizio, a metà e al termine delle settimane è stato svolto un test isocinetico (che consisteva nello svolgere una dorsi-flessione a diverse velocità angolari preimpostate e crescenti) per entrambi gli arti, ed i risultati finali hanno mostrato come entrambe le tipologie di contrazione abbiano provocato dei miglioramenti simili nei valori di forza espressa a velocità più alte (rappresentati da momenti torcenti), e inoltre, che i miglioramenti siano risultati maggiori alla velocità angolare più alta (5,23 rad/s). Oltre a questo, è stato svolto analogamente anche un test isometrico, che però ha mostrato nuovamente adattamenti simili tra le due caviglie. Per concludere, ricollegandosi alla questione della velocità esecutiva, appare chiaro come lo stimolo principale per i movimenti ad alta velocità in relazione all'allenamento della forza siano l'intenzione di muoversi il più esplosivamente possibile e l'RFD (Rate of Force Development), piuttosto che il carico esterno o la velocità esecutiva effettiva, e che quindi cercare di spostare un carico elevato il più velocemente possibile sia il miglior metodo per sviluppare forza ad alta velocità (Behm & Sale, 1993).

### La sicurezza del test 1RM

Si andrà ora a definire, una volta per tutte, che effettivamente il test massimale per eccellenza risulta idoneo anche per i giovani atleti. Come anticipato nel primo capitolo, l'AAP si è ricreduta riguardo al test 1RM, che ora ritiene utile ed efficace se effettuato con il giusto protocollo e se seguito da un personale qualificato (tant'è vero che lo ha anche inserito all'interno delle proprie linee guida). Il test può essere utilizzato per misurare la forza massimale, determinare un'adeguata intensità da utilizzare in allenamento e valutare l'efficacia di un programma di allenamento della forza appena concluso, sebbene non sia l'unico test per valutare la massima forza o potenza esprimibile (come già spiegato nel paragrafo sul volume e l'intensità) (Stricker et al., 2020). Abbiamo già esaminato uno studio che aveva come obiettivo principale quello di determinare la sicurezza del test 1RM (sebbene sia stato preso in causa nell'ottica "a che età iniziare lo

strength-training”), ed ha dimostrato che un bambino in salute può effettivamente usufruirne se vengono seguite le procedure adeguate (Faigenbaum et al., 2003). Per quanto riguarda invece l’affidabilità del test, lo stesso autore nel 2012 ha fatto svolgere a 36 ragazzi tra i 14,8 e i 17 anni (con più di un anno di esperienza nel weightlifting) due prove sull’1RM in due giorni diversi non consecutivi nell’esercizio del power clean. I risultati hanno mostrato una forte correlazione tra le due prove svolte dai partecipanti (con un indice di correlazione intra-classe di 0,98) e differenze non significative in termini di kg sollevati ( $70,6 \pm 19,8$  kg nella prima,  $69,8 \pm 19,8$  kg nella seconda). Inoltre, è stato rilevato un errore standard di 2,9 kg, che essendo al di sotto del valore di 8 kg, non risulta determinante per differenziare le performance svolte dagli atleti. In sostanza, sia sicurezza che attendibilità sono appurate nel test 1RM anche per soggetti in età evolutiva (Faigenbaum et al., 2012).

### Applicazioni pratiche per le diverse fasce d’età secondo l’ASCA

Come già accennato, il documento di posizione dell’ASCA (diversamente dagli altri) cerca di fornire informazioni concrete su un’ipotetica programmazione di allenamento della forza per bambini e ragazzi, da utilizzare come spunto e guida per gli allenatori. Ispirati da un seminario del 1999 tenuto da Balyi e Giles (due consulenti ed esperti sportivi), dove è stato strutturato un programma per lo sviluppo di un giovane atleta durante la maturazione andando a massimizzare le abilità sportive senza infortunarsi o andare in sovrallenamento, l’ASCA propone programmi diversi per 4 fasce d’età in cui progressivamente si aumenta la complessità e l’intensità degli esercizi, cioè 6-9, 9-12, 12-15 e 15-18 anni. Viene tenuto comunque conto dell’età biologica e del livello di esperienza dei soggetti, infatti le fasce d’età sono relativamente ampie e si consigliano dei requisiti minimi da raggiungere per passare alla categoria successiva (che considerano anche le caratteristiche antropometriche dei soggetti). Le programmazioni, logicamente, sono solo degli spunti e non vanno fotocopiate per qualsiasi soggetto, ma vanno personalizzate a seconda delle caratteristiche individuali, degli obiettivi, dell’attrezzatura, del tempo a disposizione... Detto ciò, verranno ora illustrate le principali informazioni relative a

ciascuna fascia d'età, facendo anche qualche esempio di esercizio o requisito minimo (Wilson et al., 2017):

- Livello 1, 6-9 anni: oltre a comprendere i bambini aventi l'età di riferimento, il livello 1 coinvolge anche tutti i giovani che si avvicinano per la prima volta all'allenamento della forza ed al condizionamento muscolare. Il programma comprende esercizi a corpo libero e lavori con un carico leggero, da eseguire a ripetizioni alte (>15) o ad una durata prestabilita. L'obiettivo principale qui è quello di abituare i soggetti all'allenamento e sviluppare abilità fitness basilari (in termini di forza, resistenza muscolare e cardiovascolare, coordinazione e flessibilità), mantenendo bassi livelli di stress e creando un ambiente divertente e sicuro. Alcuni esempi di obiettivi da raggiungere sono 60 secondi consecutivi di plank (classico esercizio per gli addominali, in isometria), 10 piegamenti toccando a terra con il petto ed estendendo completamente i gomiti, 60 secondi consecutivi di squat in isometria a muro (con un angolo di 90° tra la schiena e le cosce) e toccarsi le punte dei piedi nel sit and reach test (un test per misurare la capacità di allungamento della schiena e delle gambe). Alcuni esempi di esercizi da svolgere sono gli step up (per quadricipiti, ischio-crurali e glutei), i piegamenti (per pettorali, deltoidi e tricipiti), i pull up assistiti (per dorsali e bicipiti) e i crunch (per addominali e muscoli flessori della coscia). Si devono effettuare 3 allenamenti di un'ora a settimana (in giorni alternati) tramite circuiti full body, aumentando se possibile l'intensità degli esercizi col passare del tempo (ad esempio passando da piegamenti sulle ginocchia a piegamenti sui piedi, o da crunch a sit up...).
- Livello 2, 9-12 anni: qui si inizia ad inserire anche qualche esercizio con i pesi liberi e con i macchinari, assicurandosi che i soggetti siano sempre supervisionati da un adulto preparato e che le macchine siano di dimensioni adatte ai piccoli atleti. Il numero di ripetizioni passa a 10-15 con un'intensità massima del 60% dell'1RM, da ripetere per 1-3 serie (in base alla progressione) con 1-2 minuti di recupero tra di esse. Alcuni esempi di obiettivi da raggiungere sono 90 secondi consecutivi di plank, 10 trazioni alla sbarra con le gambe tese (in presa supina), 10 ripetizioni di panca piana con bilanciere con il 40% del proprio peso corporeo e andare oltre le punte dei piedi di 5

cm nel sit and reach test. Alcuni esempi di esercizi da svolgere sono gli affondi (per quadricipiti, ischio-crurali e glutei), le distensioni su panca piana con bilanciere (per pettorali, deltoidi e tricipiti), il rematore con manubri (per dorsali e bicipiti) e gli hanging knee raises (per addominali e muscoli flessori della coscia). Anche qui si devono effettuare 3 allenamenti full body a settimana in giorni alternati, ma non necessariamente di un'ora e a circuito.

- Livello 3, 12-15 anni: aumenta la quantità di esercizi svolti con i pesi liberi, andando però ad evitare alzate complesse come squat, stacco o movimenti del weightlifting a meno che non sia presente un coach adeguatamente competente o non ci sia il desiderio di intraprendere una carriera sportiva in uno sport di forza o potenza (come rugby o nuoto). Anche in questo caso è essenziale che i soggetti siano sempre supervisionati da un adulto preparato e che le macchine siano di dimensioni adeguate agli atleti. Il numero di ripetizioni passa a 8-15 con un'intensità massima del 70% dell'1RM, da ripetere per 2-4 serie (in base alla progressione) con 1-2 minuti di recupero tra di esse, o sfruttando il metodo piramidale. Alcuni esempi di obiettivi da raggiungere sono 120 secondi consecutivi di plank, 5 squat ad una gamba (per ogni gamba), 10 ripetizioni di panca piana con bilanciere con il 70% del proprio peso corporeo per i maschi/50% per le femmine e 10 dip sulle parallele per i maschi/su panchetta assistiti per le femmine. Alcuni esempi di esercizi da svolgere sono i front squat (per quadricipiti, ischio-crurali e glutei), le distensioni su panca piana con bilanciere (per pettorali, deltoidi e tricipiti), i chin up (per dorsali e bicipiti) e gli hanging leg raises (per addominali e muscoli flessori della coscia). Le raccomandazioni finali sono le stesse del livello 2.
- Livello 4, 15-18 anni: ormai il programma andrà ad assumere sempre di più l'aspetto avanzato tipico di un soggetto adulto, introducendo le split routines (allenamenti diversi suddivisi nell'arco della settimana) e tutti gli esercizi multi-articolari anche complessi. Il numero di ripetizioni passa a 6-15 con un'intensità massima del 80% dell'1RM, da ripetere per 3-4 serie con 1-2 minuti di recupero tra di esse per gli esercizi più basilari, 2-3 minuti per gli esercizi più complessi, o sfruttando il metodo piramidale. Gli esercizi da svolgere sono ormai innumerevoli e non ci sono limitazioni, ad esempio: squat, hack

squat o leg press per quadricipiti, ischio-crurali e glutei; distensioni su panca piana o inclinata, dips o lento avanti con manubri per pettorali, deltoidi e tricipiti; chin up, pull up o lat machine per dorsali e bicipiti; hanging leg raises con la palla medica o sit up inclinati per addominali e muscoli flessori della coscia. Si possono svolgere anche qui 3 allenamenti full body a settimana in giorni alternati, ma per aumentare l'intensità, la forza e l'ipertrofia muscolare possono tornare utili appunto le split routines (ad esempio, 4 allenamenti a settimana alternando nel primo e nel terzo upper body mentre secondo e quarto lower body, oppure alternando esercizi di tirata e di spinta...). Infine, in questo livello diventa importante anche la periodizzazione oltre alla programmazione, perciò per gli esercizi principali (clean, panca, squat...) è necessario alternare periodi in cui si ha un volume più alto e un'intensità più bassa, e viceversa.



## **Conclusioni: aspetti da approfondire**

Siamo giunti alla conclusione di questa produzione scritta, nella speranza che la lettura sia stata utile per conoscere o approfondire le tematiche dell'allenamento della forza in età evolutiva in maniera più dettagliata, avendo tra le mani delle fonti scientifiche attendibili. C'è da dire comunque che questo è un campo per alcuni versi inesplorato, sebbene si possa confermare ormai con certezza che le dicerie ancora diffuse nella popolazione riguardo a bambini e adolescenti siano prive di fondamento. Quando si è trattato di salute e stato di fitness, ad esempio, è emerso come siano insufficienti o comunque poco chiare le informazioni riguardo al profilo lipidico del sangue e alla fitness cardiovascolare, tant'è vero che nel documento di posizione della NSCA è indicato che ulteriori ricerche dovrebbero dare delucidazioni sui meccanismi responsabili dei benefici salutistici associati allo strength-training, oltre ai potenziali benefici di quest'ultimo nei confronti di giovani con diabete, cancro, disabilità intellettive ecc. (Faigenbaum et al., 2009). Lo studio di Sander et al. riguardo ai giovani calciatori rimane attualmente l'unico che abbia preso in considerazione un programma di allenamento della forza così lungo (2 anni), e di conseguenza l'unico che abbia effettivamente avuto modo di valutare l'efficacia dell'applicazione di diverse metodologie per la performance nella corsa sui 30 metri, senza contare il fatto che (come già spiegato) non si è potuta dare una risposta al quesito che riguarda la presunta correlazione tra il miglioramento dell'1RM e l'effettivo aumento di massa muscolare dovuto agli allenamenti (Sander et al., 2013). O ancora, nello studio di Bostrom et al. relativo al sovrallenamento, il questionario compilato dai ragazzi non ha permesso di evidenziare altri sintomi propri della patologia (come la faticchezza o l'irascibilità), ma solo ed esclusivamente gli infortuni riscontrati. Inoltre, quest'ultimi sono stati direttamente correlati ad un numero eccessivo di ore svolte nel praticare l'allenamento della forza in modo scorretto, ma nulla vieta di pensare che abbiano semplicemente influito anche altri fattori di rischio correlati all'assenza di supervisione (come l'uso improprio degli attrezzi o una tecnica inadeguata) (Bostrom et al., 2015). In definitiva, l'argomento ha sicuramente bisogno di ulteriori ricerche in merito, con la speranza che esse possano servire ai giovani per esprimere sempre di più il

loro potenziale e per mantenersi in salute nei limiti delle loro possibilità. Una cosa è certa: la veridicità di quanto affermato inizialmente sull'idoneità, la sicurezza e l'efficacia dello strength-training in età evolutiva, è ormai dimostrata.

## Bibliografia

- Behm, D. G., & Sale, D. G. (1993). Intended rather than actual movement velocity determines velocity-specific training response. *Journal of applied physiology* (Bethesda, Md. : 1985), 74(1), 359–368. <https://doi.org/10.1152/jappl.1993.74.1.359>
- Behringer, M., Vom Heede, A., Yue, Z., & Mester, J. (2010). Effects of resistance training in children and adolescents: a meta-analysis. *Pediatrics*, 126(5), e1199–e1210. <https://doi.org/10.1542/peds.2010-0445>
- Bernhardt, D. T., Gomez, J., Johnson, M. D., Martin, T. J., Rowland, T. W., Small, E., LeBlanc, C., Malina, R., Krein, C., Young, J. C., Reed, F. E., Anderson, S. J., Anderson, S. J., Griesemer, B. A., Bar-Or, O., & Committee on Sports Medicine and Fitness (2001). Strength training by children and adolescents. *Pediatrics*, 107(6), 1470–1472. <https://doi.org/10.1542/peds.107.6.1470>
- Black, H. R., Sica, D., Ferdinand, K., White, W. B., & American Heart Association Electrocardiography and Arrhythmias Committee of Council on Clinical Cardiology, Council on Cardiovascular Disease in Young, Council on Cardiovascular and Stroke Nursing, Council on Functional Genomics and Translational Biology, and American College of Cardiology (2015). Eligibility and Disqualification Recommendations for Competitive Athletes With Cardiovascular Abnormalities: Task Force 6: Hypertension: A Scientific Statement from the American Heart Association and the American College of Cardiology. *Circulation*, 132(22), e298–e302. <https://doi.org/10.1161/CIR.0000000000000242>
- Bompa, T. O. (2001). *Periodizzazione dell'allenamento sportivo*. Calzetti Mariucci.
- Bosco, C. (1997). *La forza muscolare: aspetti fisiologici ed applicazioni pratiche*. Società stampa sportiva.

- Boström, A., Thulin, K., Fredriksson, M., Reese, D., Rockborn, P., & Hammar, M. L. (2016). Risk factors for acute and overuse sport injuries in Swedish children 11 to 15 years old: What about resistance training with weights?. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 26(3), 317–323. <https://doi.org/10.1111/sms.12432>
- Brown, E. W., & Kimball, R. G. (1983). Medical history associated with adolescent powerlifting. *Pediatrics*, 72(5), 636–644.
- Browne, T. D., Yost, R. P., & McCarron, R. F. (1990). Lumbar ring apophyseal fracture in an adolescent weight lifter. A case report. *The American journal of sports medicine*, 18(5), 533–535. <https://doi.org/10.1177/036354659001800516>
- Calderazzi, F., Nosenzo, A., Galavotti, C., Menozzi, M., Pogliacomì, F., & Ceccarelli, F. (2018). Apophyseal avulsion fractures of the pelvis. A review. *Acta bio-medica : Atenei Parmensis*, 89(4), 470–476. <https://doi.org/10.23750/abm.v89i4.7632>
- Dasteridis, G., Piliandis, T., & Mantzouranis, N. (2011). The effect of different strength training programmes on young athletes' sprint performance. *Stud Phys Cult Tourism*, 18(2), 141-147.
- Eiholzer, U., Meinhardt, U., Petrò, R., Witassek, F., Gutzwiller, F., & Gasser, T. (2010). High-intensity training increases spontaneous physical activity in children: a randomized controlled study. *The Journal of pediatrics*, 156(2), 242–246. <https://doi.org/10.1016/j.jpeds.2009.08.039>
- Faigenbaum, A. D., & Mediate, P. (2006). Effects of medicine ball training on fitness performance of high school physical education students. *Physical Educator*, 63(3), 160.
- Faigenbaum, A. D., & Myer, G. D. (2010). Resistance training among young athletes: safety, efficacy and injury prevention effects. *British journal of sports medicine*, 44(1), 56–63. <https://doi.org/10.1136/bjism.2009.068098>

- Faigenbaum, A. D., Kraemer, W. J., Blimkie, C. J., Jeffreys, I., Micheli, L. J., Nitka, M., & Rowland, T. W. (2009). Youth resistance training: updated position statement paper from the national strength and conditioning association. *Journal of strength and conditioning research*, 23(5 Suppl), S60–S79. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31819df407>
- Faigenbaum, A. D., Kraemer, W. J., Cahill, B., Chandler, J., Dziados, J., Elfrink, L. D., ... & Roberts, S. (1996). Youth resistance training: position statement paper and literature review: Position Statement. *Strength & Conditioning Journal*, 18(6), 62-76.
- Faigenbaum, A. D., McFarland, J. E., Herman, R. E., Naclerio, F., Ratamess, N. A., Kang, J., & Myer, G. D. (2012). Reliability of the one-repetition-maximum power clean test in adolescent athletes. *Journal of strength and conditioning research*, 26(2), 432–437. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e318220db2c>
- Faigenbaum, A. D., Milliken, L. A., & Westcott, W. L. (2003). Maximal strength testing in healthy children. *Journal of strength and conditioning research*, 17(1), 162–166. [https://doi.org/10.1519/1533-4287\(2003\)017<0162:mstihc>2.0.co;2](https://doi.org/10.1519/1533-4287(2003)017<0162:mstihc>2.0.co;2)
- Faigenbaum, A. D., Ratamess, N. A., McFarland, J., Kaczmarek, J., Coraggio, M. J., Kang, J., & Hoffman, J. R. (2008). Effect of rest interval length on bench press performance in boys, teens, and men. *Pediatric exercise science*, 20(4), 457–469. <https://doi.org/10.1123/pes.20.4.457>
- Foss, K., Thomas, S., Khoury, J. C., Myer, G. D., & Hewett, T. E. (2018). A School-Based Neuromuscular Training Program and Sport-Related Injury Incidence: A Prospective Randomized Controlled Clinical Trial. *Journal of athletic training*, 53(1), 20–28. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-173-16>
- Granacher, U., Lesinski, M., Büsch, D., Muehlbauer, T., Prieske, O., Puta, C., Gollhofer, A., & Behm, D. G. (2016). Effects of Resistance Training in Youth Athletes on Muscular Fitness and Athletic Performance: A Conceptual Model for

- Long-Term Athlete Development. *Frontiers in physiology*, 7, 164.  
<https://doi.org/10.3389/fphys.2016.00164>
- Haff, G. G., & Nimphius, S. (2012). Training principles for power. *Strength & Conditioning Journal*, 34(6), 2-12.
  - Heidt, R. S., Jr, Sweeterman, L. M., Carlonas, R. L., Traub, J. A., & Tekulve, F. X. (2000). Avoidance of soccer injuries with preseason conditioning. *The American journal of sports medicine*, 28(5), 659–662.  
<https://doi.org/10.1177/03635465000280050601>
  - Hill, A. V. (1938). The heat of shortening and the dynamic constants of muscle. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B-Biological Sciences*, 126(843), 136-195.
  - Jones, R. M., Fry, A. C., Weiss, L. W., Kinzey, S. J., & Moore, C. A. (2008). Kinetic comparison of free weight and machine power cleans. *Journal of strength and conditioning research*, 22(6), 1785–1789.  
<https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e318185f068>
  - Katch V. L. (1983). Physical conditioning of children. *Journal of adolescent health care : official publication of the Society for Adolescent Medicine*, 3(4), 241–246. [https://doi.org/10.1016/s0197-0070\(83\)80245-9](https://doi.org/10.1016/s0197-0070(83)80245-9)
  - Klusemann, M. J., Pyne, D. B., Fay, T. S., & Drinkwater, E. J. (2012). Online video-based resistance training improves the physical capacity of junior basketball athletes. *Journal of strength and conditioning research*, 26(10), 2677–2684. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e318241b021>
  - Lloyd, R. S., & Oliver, J. L. (2012). The youth physical development model: A new approach to long-term athletic development. *Strength & Conditioning Journal*, 34(3), 61-72.
  - Lloyd, R. S., Faigenbaum, A. D., Stone, M. H., Oliver, J. L., Jeffreys, I., Moody, J. A., Brewer, C., Pierce, K. C., McCambridge, T. M., Howard, R., Herrington,

- L., Hainline, B., Micheli, L. J., Jaques, R., Kraemer, W. J., McBride, M. G., Best, T. M., Chu, D. A., Alvar, B. A., & Myer, G. D. (2014). Position statement on youth resistance training: the 2014 International Consensus. *British journal of sports medicine*, *48*(7), 498–505. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2013-092952>
- Mayhew, J. L., Kerksick, C. D., Lentz, D., Ware, J. S., & Mayhew, D. L. (2004). Using repetitions to fatigue to predict one-repetition maximum bench press in male high school athletes. *Pediatric Exercise Science*, *16*(3), 265-276.
  - McGuigan, M. R., Tatasciore, M., Newton, R. U., & Pettigrew, S. (2009). Eight weeks of resistance training can significantly alter body composition in children who are overweight or obese. *Journal of strength and conditioning research*, *23*(1), 80–85. <https://doi.org/10.1519/jsc.0b013e3181876a56>
  - Meylan, C., & Malatesta, D. (2009). Effects of in-season plyometric training within soccer practice on explosive actions of young players. *Journal of strength and conditioning research*, *23*(9), 2605–2613. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181b1f330>
  - Myer, G. D., Quatman, C. E., Khoury, J., Wall, E. J., & Hewett, T. E. (2009). Youth versus adult "weightlifting" injuries presenting to United States emergency rooms: accidental versus nonaccidental injury mechanisms. *Journal of strength and conditioning research*, *23*(7), 2054–2060. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181b86712>
  - O'Brien, T. D., Reeves, N. D., Baltzopoulos, V., Jones, D. A., & Maganaris, C. N. (2010). In vivo measurements of muscle specific tension in adults and children. *Experimental physiology*, *95*(1), 202–210. <https://doi.org/10.1113/expphysiol.2009.048967>
  - Olson, V. L., Smidt, G. L., & Johnston, R. C. (1972). The maximum torque generated by the eccentric, isometric, and concentric contractions of the hip abductor muscles. *Physical therapy*, *52*(2), 149–158. <https://doi.org/10.1093/ptj/52.2.149>

- Ozmun, J. C., Mikesky, A. E., & Surburg, P. R. (1994). Neuromuscular adaptations following prepubescent strength training. *Medicine and science in sports and exercise*, 26(4), 510-514.
- Pitton, P. M. (1992). Prepubescent strength training: The effects of resistance training on strength gains in prepubescent children. *Strength & Conditioning Journal*, 14(6), 55-57.
- Ramírez-Campillo, R., Meylan, C., Alvarez, C., Henríquez-Olguín, C., Martínez, C., Cañas-Jamett, R., Andrade, D. C., & Izquierdo, M. (2014). Effects of in-season low-volume high-intensity plyometric training on explosive actions and endurance of young soccer players. *Journal of strength and conditioning research*, 28(5), 1335–1342. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000284>
- Sander, A., Keiner, M., Wirth, K., & Schmidtbleicher, D. (2013). Influence of a 2-year strength training programme on power performance in elite youth soccer players. *European journal of sport science*, 13(5), 445–451. <https://doi.org/10.1080/17461391.2012.742572>
- Shaibi, G. Q., Cruz, M. L., Ball, G. D., Weigensberg, M. J., Salem, G. J., Crespo, N. C., & Goran, M. I. (2006). Effects of resistance training on insulin sensitivity in overweight Latino adolescent males. *Medicine and science in sports and exercise*, 38(7), 1208–1215. <https://doi.org/10.1249/01.mss.0000227304.88406.0f>
- Stratton, G., Jones, M., Fox, K. R., Tolfrey, K., Harris, J., Maffulli, N., Lee, M., Frostick, S. P., & REACH Group (2004). BASES position statement on guidelines for resistance exercise in young people. *Journal of sports sciences*, 22(4), 383–390. <https://doi.org/10.1080/02640410310001641629>
- Stricker, P. R., Faigenbaum, A. D., McCambridge, T. M., & COUNCIL ON SPORTS MEDICINE AND FITNESS (2020). Resistance Training for Children



and Adolescents. *Pediatrics*, 145(6), e20201011.  
<https://doi.org/10.1542/peds.2020-1011>

- Suchomel, T. J., Nimphius, S., Bellon, C. R., & Stone, M. H. (2018). The Importance of Muscular Strength: Training Considerations. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 48(4), 765–785. <https://doi.org/10.1007/s40279-018-0862-z>
- Sugimoto, D., Myer, G. D., Foss, K. D., & Hewett, T. E. (2015). Specific exercise effects of preventive neuromuscular training intervention on anterior cruciate ligament injury risk reduction in young females: meta-analysis and subgroup analysis. *British journal of sports medicine*, 49(5), 282–289. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2014-093461>
- Wang, Q., Alén, M., Nicholson, P., Suominen, H., Koistinen, A., Kröger, H., & Cheng, S. (2007). Weight-bearing, muscle loading and bone mineral accrual in pubertal girls--a 2-year longitudinal study. *Bone*, 40(5), 1196–1202. <https://doi.org/10.1016/j.bone.2006.12.054>
- Weston, M., Hibbs, A. E., Thompson, K. G., & Spears, I. R. (2015). Isolated core training improves sprint performance in national-level junior swimmers. *International journal of sports physiology and performance*, 10(2), 204–210. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2013-0488>
- Wilson, G., Bird, S., O'Connor, D. & Jones, J. (2017). Resistance training for children and youth: A position stand from the Australian strength and conditioning association (ASCA) Original Publication 2007, Updated March 2017. <https://www.strengthandconditioning.org/images/resources/coach-resources/resistance-training-for-children-and-youth-asca-position-stand.pdf>
- Yu, C. C., Sung, R. Y., Hau, K. T., Lam, P. K., Nelson, E. A., & So, R. C. (2008). The effect of diet and strength training on obese children's physical self-concept. *The Journal of sports medicine and physical fitness*, 48(1), 76–82.

