

apunts

MEDICINA DE L'ESPORT

www.apunts.org



REVISIÓ

Per què és important desenvolupar la competència motora en la infància i l'adolescència? Base per a un estil de vida saludable

Azahara Fort-Vanmeerhaeghe^{a,b,*}, Blanca Román-Viñas^{a,b}, Raquel Font-Lladó^a

^aEscola Universitària de la Salut i l'Esport (EUSES), Universitat de Girona, Salt, Girona, Espanya.

^bFacultat de Psicologia, Ciències de l'Educació i l'Esport Blanquerna, Universitat Ramon Llull, Barcelona, Espanya.

Rebut el 12 de setembre de 2016; acceptat el 7 de novembre de 2016

PARAULES CLAU

Competència motora;
Activitat física
saludable;
Educació física;
Treball neuromuscular
integrat

Resum

La competència motora (CM) és la manifestació de l'habilitat motora (HM) com a resposta contextualitzada. La CM contribueix a què els joves tinguin un repertori major d'opcions motores i se sentin competents. Contràriament, la incompetència motora pot portar a una inhibició o inactivitat progressiva que alhora genera més incompetència i menys adhesió a l'activitat física (AF) en la infància i l'edat adulta.

L'evidència científica mostra que la inclusió d'AF orientada a la vivència d'experiències riques en HM, desenvolupada per especialistes en educació física, afavoreix el desenvolupament de la CM dels joves.

Alhora hi ha evidència que el treball neuromuscular integrat millora la salut i el rendiment de les HM.

En aquesta línia, el treball present té un enfocament triple: a) definir la relació entre la CM y la pràctica d'AF saludable; b) justificar la necessitat d'establir un diagnòstic del desordre per dèficit d'exercici, i c) proposar el treball neuromuscular integrat com a metodologia per millorar la condició física i la CM de nens i adolescents.

© 2016 FC Barcelona. Publicat per Elsevier España, S.L.U. Tots els drets reservats.

* Autor per a la correspondència

Correu electrònic: afortvan@gmail.com (A. Fort-Vanmeerhaeghe).

KEYWORDS

Motor competence;
Healthy physical
activity;
Physical education;
Integrative
neuromuscular training

Why is it important to develop motor competence in childhood and adolescence? The basis for a healthy lifestyle

Abstract

Motor competence (MC) is the contextualised manifestation of fundamental motor skills (FMS). A good MC helps young people have a greater repertoire of motor options in which they feel competent to decide on their lifestyle. On the other hand, motor incompetence can lead to inhibition or progressive inactivity, which in turn generates more incompetence and fewer adherences to physical activity (PA) in childhood and adulthood.

A recent meta-analysis indicated that the inclusion of PA programs oriented to participate in rich experiences in FMS, developed by specialists in physical education, increase the development of MC in young people.

In turn, the evidence shows that the integrated neuromuscular training improves health and performance of FMS.

In this context, the present work analyses three approaches: (i) to define the relationship between MC and healthy PA; (ii) to justify the need to establish a diagnosis for exercise deficit disorder, and (iii) to propose integrated neuromuscular training (INT) as a methodology to improve physical fitness and MC in children and adolescents.

© 2016 FC Barcelona. Published by Elsevier España, S.L.U. All rights reserved.

Introducció

La inactivitat física ha estat identificada per l'Organització Mundial de la Salut (OMS) com el quart factor de risc de mortalitat després de la hipertensió arterial, el consum de tabac i els nivells elevats de glucosa a la sang. En la mateixa línia, el sobrepès i l'obesitat, manifestacions secundàries de la inactivitat física, augmenten la probabilitat de determinades malalties i són responsables d'un 5% de la mortalitat mundial¹.

Actualment hi ha consens a la bibliografia científica en convenir que l'activitat física (AF) regular durant la infància i l'adolescència és un dels mitjans més eficaços per millorar i preservar la salut de joves i adults. L'augment de la condició física a la joventut, concretament la capacitat cardiorespiratòria i la força muscular, han demostrat que milloren els perfils de risc de patir malalties metabòliques, augmenten la densitat mineral òssia, redueixen els símptomes de depressió², milloren el benestar emocional, social i cognitiu del nen^{3,4}, i també augmenten la competència motora (CM)⁵.

Tot i les evidències esmentades, la societat actual es caracteritza pels nivells baixos d'AF durant la joventut^{6,7}. Per tal d'identificar els nivells deficitaris d'AF dels joves, alguns autors utilitzen el terme de desordre per dèficit d'exercici (DDE). El DDE és el terme utilitzat per descriure els dèficits d'AF saludable induïts per nivells baixos d'execució d'exercici físic de forma regular durant la joventut⁸⁻¹⁰.

D'altra banda, trobem evidències que apunten que la CM, entesa com la capacitat de contextualitzar les habilitats motores per donar resposta a problemes esportius o quotidians, incideix en una millora de la condició física saludable a mitjà i a llarg termini¹¹⁻¹³.

Tot acceptant l'evidència que apunta la necessitat d'augmentar l'AF en la infància i l'adolescència, i quina relació

s'estableix entre la CM i la condició física saludable, ens qüestionem: quina relació hi ha entre els dèficits de CM en la infància, i un estil de vida, a curt i a llarg termini, que incorpori l'AF? Existeixen mètodes vàlids i fiables per detectar el DDE? El reforç de la CM, en la infància i l'adolescència, a través d'un treball neuromuscular integrat (TNI), podria ser la clau per promoure un estil de vida saludable durant tota la vida?

Aquest treball té un enfocament triple: 1) definir la relació entre la CM i la pràctica d'AF saludable; 2) justificar la necessitat d'establir un diagnòstic del DDE, i 3) proposar el TNI com a metodologia per millorar la condició física i la CM de nens i adolescents.

Competència motora: prevenció del desordre per dèficit d'exercici. Vers un estil de vida saludable

Desenvolupament de la competència motora

La CM ha estat descrita i definida per diversos autors¹³⁻¹⁵. En aquest article, s'entén la gestió i la manifestació de l'habilitat motora (HM) com a resposta contextualitzada. Davant d'un context, el subjecte ha de valorar la qualitat del seu repertori motor per resoldre, de forma eficaç i eficient, els problemes que li planteja l'entorn quotidià o esportiu. Per exemple, el salt vertical és l'HM que permet que el subjecte sigui competent per resoldre situacions múltiples: agafar un rebot de bàsquet en una situació 1 × 1 d'atac, executar un bloqueig de voleibol en un context 1 × 2 de defensa, superar un obstacle que es troba pel camí passejant pel bosc... tot i que l'execució perfecte de l'habilitat motora no assegura que se sigui competent en totes les situacions en què la resposta teòrica és el salt vertical. De fet, l'eficà-

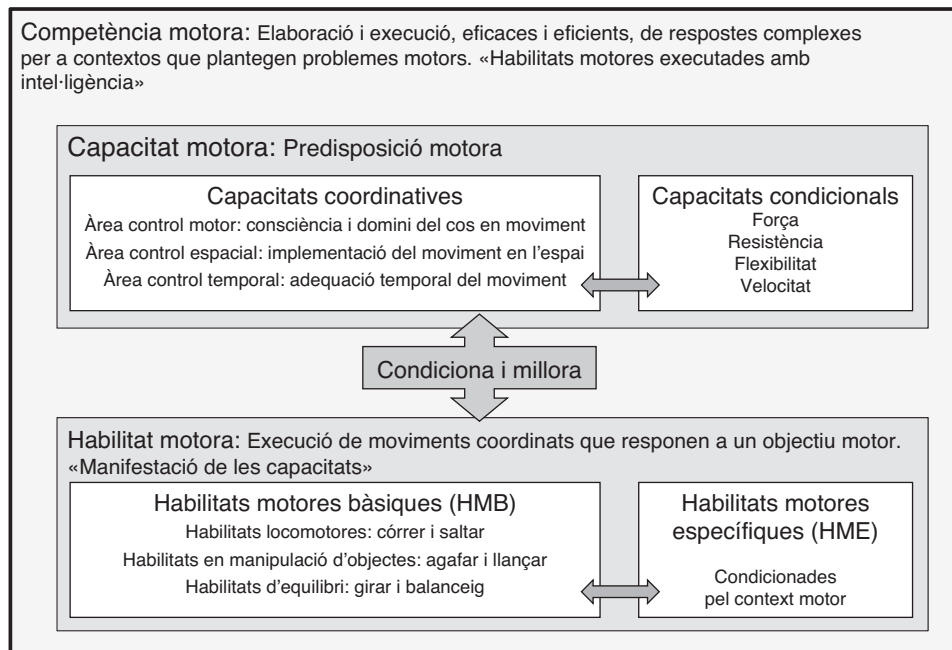


Figura 1. Relació entre competència, habilitat i capacitat motora.

cia també depèn de la decisió presa, de com s'adapta l'habilitat i de la capacitat per adaptar-la.

Seguint la lògica plantejada fins al moment, l'HM es troba clarament condicionada per les capacitats coordinatives i les capacitats condicionals. Les capacitats són predisposicions motores que el subjecte ha de desenvolupar a través de les habilitats, és a dir, hi ha una relació d'interdependència entre ambdós conceptes. Per exemple, la força del tren inferior es millora, entre altres habilitats, saltant; i a la vegada, la qualitat del salt millora quan augmenta la força del tren inferior. Seguint amb aquest exemple, saltant millorem la coordinació neuromuscular dels músculs implicats en l'habilitat, i al mateix temps, el millorament neuromuscular millora la qualitat del salt.

La concepció de CM que defensa aquest article només pot explicar-se des de la complexitat, entenent que la intervenció en un dels subsistemes influeix en tot el sistema^{16,17}. En relació a la presentació de la figura 1, l'article centra l'atenció en la necessitat de disposar d'una riquesa i qualitat motores que poden aconseguir-se a través del desenvolupament de les habilitats motores bàsiques (HMB), emfasitzant en les capacitats coordinatives (específicament el control neuromuscular, definit per Fort i Romero¹⁸ com l'activació muscular precisa que possibilita una acció coordinada i eficaç durant les activitats físiques i esportives) i en les capacitats condicionals (específicament la força i la resistència).

Base de la competència motora: habilitats motores bàsiques

El desenvolupament motor és el canvi que es produeix en el comportament motor humà al llarg de la vida, els processos subjacents a aquests canvis i els factors que els afecten¹⁹. Així, el desenvolupament de la CM s'associa al període de creixement i maduració, però també incorpora períodes regressius associats a l'envelliment.

Hi ha pocs models explicatius del desenvolupament motor (p. ex., Gallahue i Ozmun; Clark i Metcalfe)^{15,20}. Proposem un model explicatiu del desenvolupament motor (fig. 2) que integra conceptes dels models *Gallahue's Triangulated Hourglass*¹⁵ i el *Mountain of Motor Development*²⁰.

La perspectiva de Gallahue i Ozmun descriu la CM com a procés i producte. El procés apunta com a factors principals que incideixen en el desenvolupament de la CM: a) factors individuals (hereditaris, biològics); b) factors contextuals (experiència prèvia, aprenentatge, factors socioculturals, i c) factors de la tasca (característiques físiques i mecàniques, exigència cognitiva). D'altra banda, el producte emergeix d'una relació interdependent entre els factors essentats amb el creixement i la maduració de l'individu. Dita relació defineix un moment crític d'aprenentatge durant els anys de desenvolupament en què els nens i joves són més sensibles a l'adaptació induïda per l'educació o l'entrenament^{21,22}. D'altra banda, el model de Clark i Metcalfe incorpora la idea que l'individu desenvolupa només algunes habilitats, i a més, a diferents nivells²⁰.

A la figura 2 es defineixen 5 fases de desenvolupament motor, cadascuna de les quals limitada per un rang d'edat que ha d'acceptar individualitats¹⁵, i al seu torn, aquestes fases es concreten en uns estadis de desenvolupament que es manifesten de forma particular en cada habilitat i en cada individu.

Des del naixement fins al primer any trobem la fase de moviments reflexos, en què els moviments involuntaris afavoreixen el coneixement del cos i la relació amb l'entorn. A continuació es defineix una fase de moviments rudimentaris que dura fins els 2 anys, els reflexos tendeixen a desaparèixer (estadi d'inhibició reflexa) per deixar pas als moviments voluntaris tot i que incontrolats i poc refinats (estadi de precontrol). La primera manifestació de dit estadi és la marxa que es presenta com a recurs principal per explorar i manipular l'entorn; en conseqüència, al final del primer

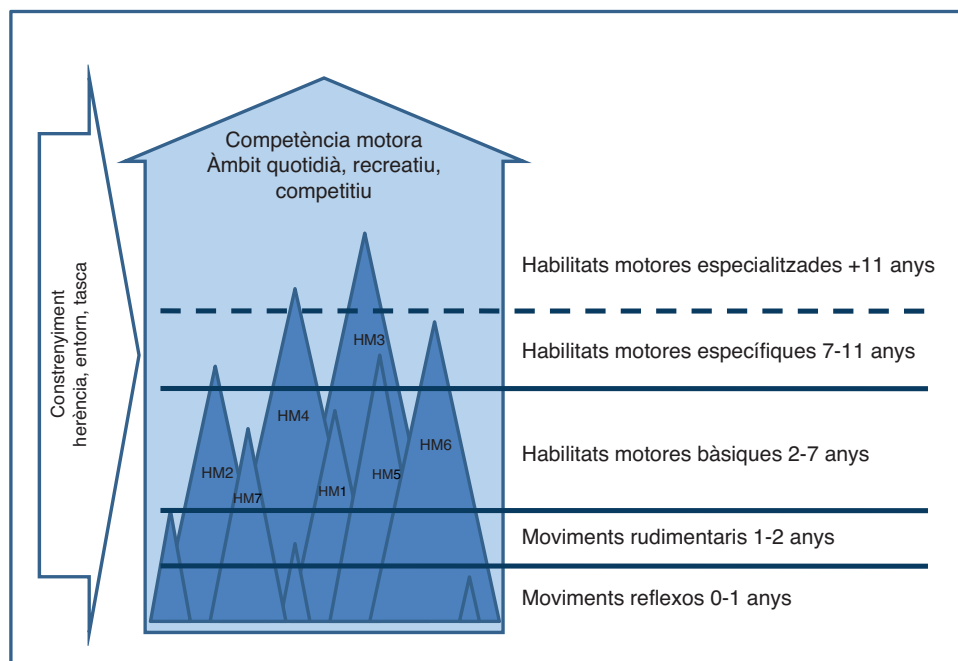


Figura 2. Desenvolupament motor. Adaptació dels models *Gallahue's Triangulated Hourglass* (Gallahue i Ozmun, 2006)¹⁵ i el *Mountain of Motor Development* (Clark i Metcalfe, 2002)²⁰.

any de vida molts nens són capaços de caminar sense recolzament. Seguint l'evolució natural, es presenta la fase d'HMB en què cada habilitat es concreta en tres estadis de desenvolupament (estadi inicial, estadi elemental, estadi madur). Primerament es desenvolupen i canvien les habilitats de locomoció (p. ex., córrer, brincar i saltar) i equilibri (p. ex., canvi de ritme, gir). Quan la força, l'equilibri i la coordinació motora milloren sorgeixen altres habilitats, com galopar i lliscar. Posteriorment, amb el temps i la pràctica, la coordinació ull-mà i ull-peu millora; en conseqüència, els nens comencen a desenvolupar habilitats comunament conegudes com a habilitats de control d'objecte (p. ex., passar, rebre, colpejar, xutar). Cal destacar que cada habilitat segueix el seu curs, i per tant coexisteix el desenvolupament de diferents habilitats en diferents estadis d'evolució; la riquesa motora del nen pot presentar les HMB de forma aïllada o combinades entre elles^{19,23,24}. Posteriorment, dites HM s'especialitzen en funció de l'esport o el context a què han de respondre, tot donant-los complexitat i especificitat²³, obrint camí a les fases d'habilitats motores específiques (HME) i especialitzades.

Hem explicat la CM a partir del desenvolupament motor, procés en què les HMB prenen un paper rellevant quant a la seva funció de base per a la construcció d'una motricitat complexa, específica, variada i contextualitzada. Hi ha moltes investigacions centrades en la descripció i la categorització de les HMB^{19,24-26}. Prenem com a referent Gallahue i Ozmun, que classifiquen les HMB en locomotores, de manipulació d'objectes i d'equilibri¹⁵ (fig. 3).

Relació entre competència motora i salut

L'OMS (2010) recomana que els nens i adolescents acumulin 60 min diaris d'AF moderada o vigorosa. Tanmateix, els

informes epidemiològics recents indiquen que els nivells d'AF disminueixen a l'adolescència i a la joventut^{6,7}, i aquests comportaments sedentaris poden continuar a l'edat adulta²⁷. De fet, hi ha dades de l'estudi IDEFICS (2014) obtingudes amb accelerometria de la població espanyola que indiquen que només el 30% dels nens i el 12% de les nenes compleixen les recomanacions de 60 min d'AF diària²⁸. És important destacar que aquesta davallada de l'AF sembla que sorgeix als 6 anys^{7,29}, moment a partir del qual el desenvolupament de les HMB precisa de la intervenció de professionals experts perquè proposin i guiïn les activitats més complexes. Una metanàlisi recent indicà que la inclusió de programes d'AF orientats a la vivència d'experiències riques en HMB, desenvolupades per especialistes en educació física, afavoreix el desenvolupament de la CM en els joves⁷.

Les HMB són unitats elementals de moviment necessàries per a les activitats motores més complexes, incloent-hi esports i activitats de lleure actiu. Clark i Metcalfe indiquen que les HMB són el «camp base» de la muntanya que condueix al desenvolupament de les HME²⁰. L'AF en la infància contribueix a augmentar la despesa energètica, però encara és més important destacar que contribueix a crear un repertori motor¹⁵.

Hi ha estudis que presenten una relació positiva entre la pràctica d'AF i la CM dels nens³⁰⁻³⁴. En conseqüència, els nens que no estan exposats a ambients amb oportunitats per millorar les HMB tendeixen a ser menys actius durant l'adolescència. Aquesta realitat pot manifestar-se en els hàbits de vida sedentaris durant l'edat adulta^{12,19}.

Per tant, es pot inferir que hi ha una relació entre la CM i els hàbits saludables d'AF (fig. 4) a curt i a llarg termini. La CM afavoreix l'aptitud física i pot reduir el risc de lesions relacionades amb l'activitat de joves i adolescents¹³. A més,



Figura 3. Habilitats motores bàsiques.

una bona CM contribueix a què els joves tinguin un repertori més ampli d'opcions motores en què se sentin competents per decidir respecte al seu estil de vida^{13,15,33}. Complementant aquesta idea, Longmuir et al. apunten que l'educació física ha d'incidir sobre la CM, però també sobre la motivació i la confiança, el coneixement i la comprensió del valor d'adherir-se a un estil de vida saludable³⁵.

En canvi, la incompetència motora o una baixa adquisició de les HMB genera sentiment de fracàs, baixa autoestima i inseguretat en la pràctica motora³⁶. Aquests sentiments poden portar a una inhibició o inactivitat progressiva que a la vegada genera més incompetència i menys adhesió a l'AF. Aquesta reacció també pot explicar-se des de la teoria de l'autodeterminació de Ryan i Deci en què la competència, juntament amb la relació i l'autonomia, són les tres necessitats bàsiques psicològiques que l'individu ha d'aconseguir per estar intrínsecament motivat per fer una activitat³⁷.

Malgrat que hi hagi moltes formes d'incrementar els nivells d'AF dels joves, no totes contribueixen igualment a l'augment de la CM. Per exemple, caminar o córrer durant més d'una hora al dia —recomanació de l'OMS per dur un estil de vida actiu— no afavoreix el desenvolupament de la CM durant la infància, ja que incideix únicament sobre un tipus d'HMB.

La bibliografia mostra evidències que el TNI és un tipus d'AF que treballa sobre seqüències de moviments presents en una gran varietat d'activitats físiques organitzades i no organitzades^{38,39}. El TNI es defineix com un programa d'exercici físic que incorpora tasques de força, resistència i condicionament físic generals (p. ex., HMB) i específics (p. ex., agilitat, estabilització dinàmica, coordinació, pliomètria) amb l'objectiu de millorar la salut (p. ex., disminu-

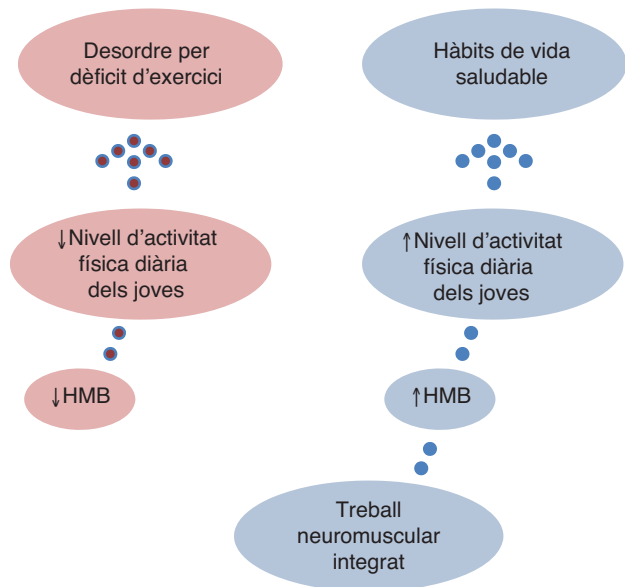


Figura 4. Els nens que fan treball neuromuscular integrat que incorporen una gran varietat d'habilitats motores bàsiques (HMB) amb l'objectiu de millorar la salut i les habilitats motores i esportives, podrien reduir el desordre d'exercici i assolir un estil de vida saludable durant l'adolescència i la vida adulta.

ir la incidència lesiva, augmentar la capacitat cardiorespiratòria, disminuir l'obesitat) i el rendiment de les HMB i les HME^{38,40}.

És possible identificar nens amb competència motora baixa o desordre per dèficit d'exercici?

Desordre per dèficit d'exercici

Actualment hi ha eines capaces de quantificar la inactivitat física de la població jove. Però en aquest article, d'acord amb el que s'ha desenvolupat fins ara, es proposa utilitzar un terme més ampli, que és DDE.

El DDE s'atribueix als nens i adolescents que presenten nivells baixos d'AF regular (< 60 min/dia) concebuts des d'una perspectiva de salut^{8,10} i a més baixos nivells de CM associats al seu estat maduratiu. En aquest sentit, un nen pot complir les recomanacions d'AF diària (> 60 min/dia) però no tenir desenvolupades les HM que correspondrien al seu estadi maduratiu.

En relació amb l'apartat anterior, i degut a les relacions simbiòtiques entre l'AF i la CM en la joventut, és molt important que les recomanacions d'AF per a la infància, a més d'activitats aeròbiques, també introdueixin exercicis de força i control neuromuscular^{21,22,38} (fig. 4). La recomanació d'una AF centrada en la CM adequada a l'edat, segura, eficaç i divertida hauria de ser el tractament del DDE.

Tot i que el DDE pot manifestar-se a través de signes i símptomes, índexs i valors, que sovint s'utilitzen per diagnosticar algunes malalties (p. ex., índex de massa corporal, capacitat pulmonar, FC, VO_{2max} a la sang, metabolisme de la glucosa), al DDE li manca una prova específica o un marcador per diagnosticar-lo¹⁰. Malgrat tot, cal valorar el test *Canadian Assessment of Physical Literacy* (CAPL), que en una de les seves dimensions valora la competència física a través d'una prova de resistència, una prova d'habilitats motores, una valoració de força (de pressió, de tronc i de tren inferior), l'índex de massa corporal i el perímetre de cintura³⁵.

De tota manera, per identificar els joves que presenten DDE associat a conseqüències negatives sobre la salut a curt i a llarg termini calen eines que, a més de quantificar l'AF des d'un punt de vista energètic (> 60 min/dia), valoren la força i el control neuromuscular necessaris per fer les activitats quotidianes i esportives de forma competent^{41,42}.

Millora del control neuromuscular i prevenció del desordre per dèficit d'exercici

El desenvolupament de la CM es relaciona estretament amb el concepte de control neuromuscular, que es defineix com l'activació neuromuscular necessària per desenvolupar les activitats motores de forma eficaç i coordinada¹⁸. A la vegada, el control neuromuscular s'expressa en relació a l'estat de maduració biològica i desenvolupament del sistema nerviós central del nen i adolescent, i també en relació a la qualitat de les experiències motores viscudes fins al moment¹⁹. El sistema nerviós central experimenta un augment massiu en miel·lificació i connexió sinàptica dels 2 als 5 anys, i aquest procés no conclou fins a la maduració sexual o fins i tot a l'edat adulta^{43,44}. Tenint en compte aquesta informació, les experiències que promouen adaptacions neurals poden ser beneficioses per al desenvolupament de la CM, sobretot abans de la pubertat —quan el sistema ner-

viós central té més plasticitat—, tot i que continua al llarg dels anys de l'adolescència.

Durant la pubertat, el sistema de control neuromuscular sofreix un petita regressió a causa del pic de velocitat de creixement (PVC), que es defineix com la taxa de creixement màxim en relació amb l'estatura⁴⁴. L'edat cronològica del PVC varia considerablement entre els joves, però es produeix normalment al voltant dels 12 anys en les noies i els 14 en els nois^{45,46}. Per altra banda, és important tenir en compte que l'augment més ràpid de la massa corporal, paral·lel a la major taxa de variació de pes, es produeix aproximadament 12 mesos després de l'etapa de creixement (PVC)^{21,47}. Aquest increment ràpid del sistema esquelètic i el posterior creixement del pes corporal comportarà un estrès elevat i una exigència sobre el sistema de control neuromuscular, ja que caldrà que s'adapti a les noves estructures (p. ex., teixit muscular i gras). A nivell esportiu, la variació de pes permetrà crear adaptacions estructurals majors (p. ex., hipertròfia muscular) i, en conseqüència, es millorarà la força i la potència muscular⁴⁸. Per aquest motiu, aquest període esdevé una etapa de gran risc de lesions esportives, ja que la força i la potència muscular desenvolupades no van sempre acompanyades d'un control neuromuscular major. Per tant, el gran desenvolupament musculoesquelètic durant la pubertat no s'acompanya de l'adaptació neuromuscular corresponent i pot incidir sobre el desenvolupament de patrons biomecànics majorment lesionats durant les accions motores i esportives d'alta intensitat^{49,50}. De fet, mecàniques anormals (p. ex., valg dinàmic de genoll) durant l'aterratge de salts, canvis de direcció o desaceleracions s'han relacionat amb una taxa elevada de lesions greus de les extremitats inferiors en adolescents (p. ex., lesió del lligament encreuat anterior)^{48,51}.

Com a conseqüència pràctica del paràgraf anterior, actualment es recomana iniciar el TNI durant la infància i la pubertat, abans del període del PVC⁴⁸, precisament a l'etapa de desenvolupament de les HMB. La finalitat d'aquesta formació és millorar l'eficiència de la CM. La fortalesa d'aquesta base ha de permetre avançar amb HM més específiques i més exigents, des de la salut i per a la salut.

Proposta de treball per millorar la competència motora dels joves: treball neuromuscular integrat

Malgrat l'augment de nens i adolescents amb poca adhesió a les recomanacions d'AF saludable, i com a conseqüència la disminució de la CM dels nostres joves, molts estudis han demostrat l'èxit dels programes d'entrenament neuromuscular integrat a la millora del control neuromuscular dels joves (p. ex., HMB)^{38,39}. La taula 1 mostra els efectes dels programes de TNI de la joventut descrits a la literatura científica.

A la vegada, els darrers anys, molts estudis evidencien l'eficàcia d'aquests tipus de treball en la reeducació dels factors de risc de lesió neuromuscular i biomecànics, i en conseqüència, també la reducció de les lesions esportives de nens i joves⁵¹⁻⁵⁴. A més, cal tenir en compte que els nens que tenen un bon control neuromuscular i una bona CM augmenten la confiança i l'autoestima durant la pràctica d'AF,

Taula 1. Efectes d'un programa d'entrenament neuromuscular de joves

1. Optimitza i facilita el creixement i el desenvolupament^{21,60}
2. Facilita l'adquisició de la competència en habilitats motores bàsiques^{5,56}
3. Millora la predisposició a participar en activitats físiques i esportives variades⁶¹
4. Es relaciona amb hàbits de vida saludables^{12,60}
5. Millora els patrons de moviment, el reclutament neuromuscular, l'equilibri, la propiocepció i l'agilitat⁶²⁻⁶⁴
6. Redueix els factors de risc de lesió i influeix en la prevenció de lesions^{51,53,58}
7. Millora la condició física dels joves per als esports^{64,65}
8. Maximitza l'èxit esportiu de l'edat adulta^{21,22,66}
9. Afavoreix la participació en els esports al llarg de la vida⁶⁷

que, associada a una disminució del risc de patir lesions esportives, pot augmentar l'adhesió a l'exercici físic.

Com ja hem definit anteriorment, el TNI es defineix com un programa que incorpora tasques generals i específiques amb l'objectiu de millorar la salut i el rendiment de les HM i esportives^{38,40,55}. El TNI ha d'incidir inicialment en la creació d'una àmplia base d'HMB (p. ex., saltar, girar, passar)¹⁵ per poder progressar posteriorment a les HME de cada esport

(p. ex., revés del tennis, tir en bàsquet) o pròpies d'un estil de vida actiu (p. ex., ballar, anar en bicicleta). Per tant, en el moment que els nens i els adolescents són capaços de fer HMB amb confiança poden progressar a fer tasques més complexes, de major intensitat i exigència neuromuscular. El TNI ha de tenir en compte la varietat, la progressió i els intervals de recuperació adequats a cada tasca^{39,56}. Així, la pedra angular del TNI és la proposta de tasques adequades a la CM de cada individu, dirigides per professionals qualificats que entenen els principis fonamentals del desenvolupament motor dels nens i adolescents⁵⁷, donat que no hi ha un únic protocol de TNI adequat a les individualitats (p. ex., edat biològica, nivell de CM, sexe, genètica, dèficits neuromusculars) de cada nen o adolescent.

Tenint en compte els principis de desenvolupament motor, Myer et al. recomanen introduir el TNI centrat en la CM dels 5 als 9 anys, utilitzant el joc com a metodologia per millorar⁴⁸. Les tasques del TNI han de seguir progressant en dificultat i intensitat durant la pubertat a través de l'AF recreativa multiesportiva. A l'etapa postpubertat caldria començar a entrenar de forma específica per fomentar el desenvolupament de les HM de l'esport o AF escollida. La figura 5 mostra una progressió del TNI basada en l'evidència científica actual des de la prepubertat a la postpubertat.

La bibliografia que examina els efectes del TNI sobre el rendiment físic i la prevenció de lesions inclou múltiples continguts de treball neuromuscular (estabilitat dinàmica, coordinació, força, pliometria, velocitat/agilitat i resistència a la fatiga)^{40,51,58}. Això no obstant, és difícil avaluar quin és el que contribueix en major o menor mesura a la millora

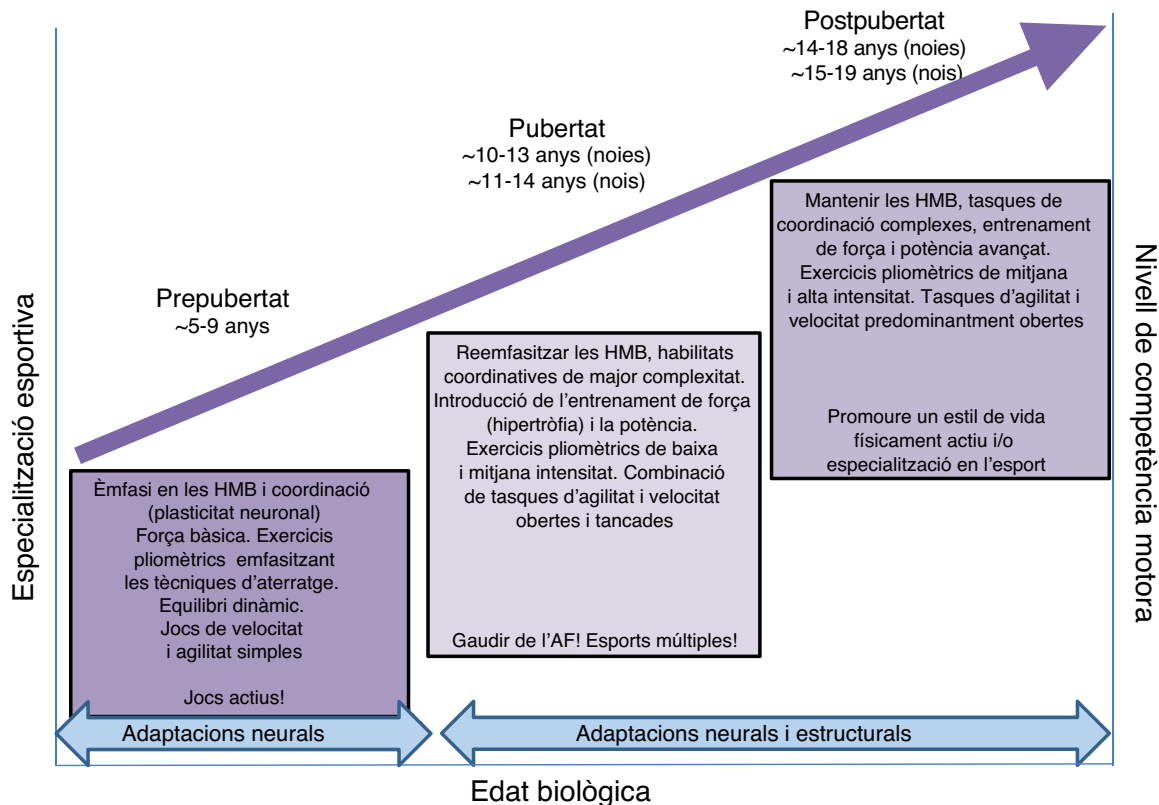


Figura 5. Progressió del treball neuromuscular integrat. Adaptat de Myer et al., 2013⁴⁸.

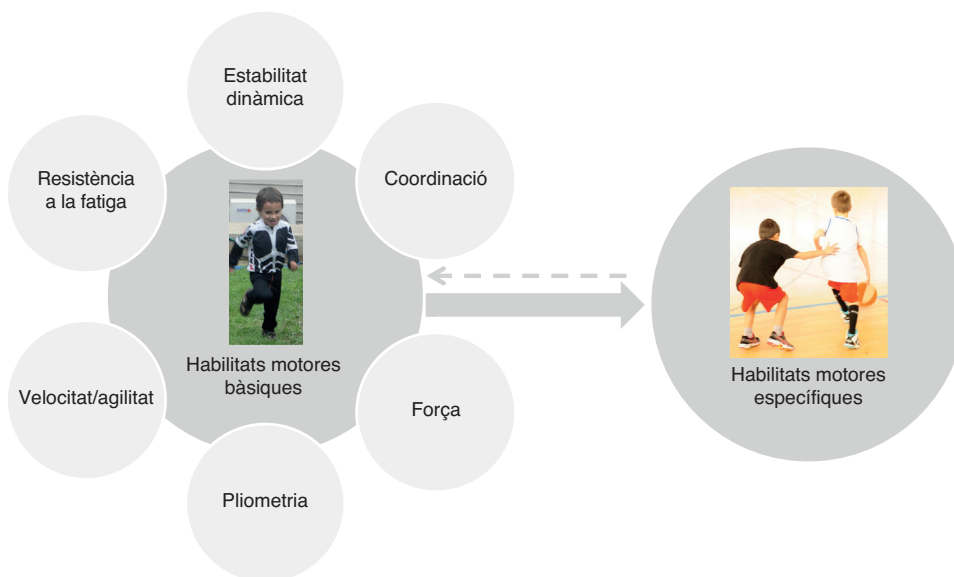


Figura 6. Components de l'entrenament neuromuscular integrat. Adaptat i amb l'autorització de Fort-Vanmeerhaeghe et al., 2016⁵⁹.

de les HMB inicialment i les HME posteriorment. La figura 6 mostra com poden els diferents components del TNI ajudar a consolidar les habilitats motores bàsiques en primer lloc, per més endavant desenvolupar les HME d'una forma segura i divertida⁵⁹.

Conclusió i implicacions pràctiques

Els factors que condicionen la pràctica d'AF en els joves i adolescents són complexos, però sembla ser que la CM pot influir en un estil de vida saludable a llarg termini i a la disminució del risc de lesions. Cal identificar els joves amb un patró de DDE i valorar-ne la quantitat i la qualitat i varietat d'AF que fan diàriament. En aquest sentit, caldrà oferir als especialistes d'educació física eines per establir aquest diagnòstic.

Hem esmentat que la incompetència motora a la joventut i l'adolescència predisposa els individus al DDE, i la bona notícia és que es pot combatre a través del TNI. A mesura que integrem el TNI a programes educatius (formals o informals) per a la infància i l'adolescència, treballem en la prevenció de la inactivitat física de la població adulta.

El responsable de diagnosticar el DDE i de dissenyar i desenvolupar els programes de TNI ha de ser l'especialista en educació física, perquè domina el desenvolupament de la CM com a base d'un estil de vida actiu i saludable.

Conflicte d'interessos

Els autors declaren que no tenen cap conflicte d'interessos.

Bibliografia

1. World Health Organization. Global recommendations on physical activity for health. Geneva: WHO Libr Cat Data; 2010. pp. 1-60.
2. Janssen I, Leblanc AG. Systematic review of the health benefits of physical activity and fitness in school-aged children and youth. *Int J Behav Nutr Phys Act.* 2010;7:40.
3. Davis CL, Tomporowski PD, McDowell JE, Austin BP, Miller PH, Yanasak NE, et al. Exercise improves executive function and achievement and alters brain activation in overweight children: A randomized, controlled trial. *Heal Psychol.* 2011;30: 91-8.
4. Ortega FB, Ruiz JR, Castillo MJ, Sjöström M. Physical fitness in childhood and adolescence: A powerful marker of health. *Int J Obes.* 2008;32:1-11.
5. Lubans DR, Morgan PJ, Cliff DP, Barnett LM, Okely AD. Fundamental movement skills in children and adolescents: Review of associated health benefits. *Sport Med.* 2010;40:1019-35.
6. Nader PR, Bradley RH, Houts RM, McRitchie SL, O'Brien M. Moderate-to-vigorous physical activity from ages 9 to 15 years. *JAMA.* 2008;300:295-305.
7. Hinkley T, Salmon J, Okely AD, Crawford D, Hesketh K. Preschoolers' physical activity, screen time, and compliance with recommendations. *Med Sci Sports Exerc.* 2012;44:458-65.
8. Faigenbaum AD, Gipson-Jones TL, Myer GD. Exercise deficit disorder in youth: An emergent health concern for school nurses. *J Sch Nurs.* 2012;28:252-5.
9. Faigenbaum AD, Kraemer WJ, Blimkie CJR, Jeffreys I, Micheli LJ, Nitka M, et al. Youth resistance training: Updated position statement paper from the national strength and conditioning association. *J Strength Cond Res.* 2009;23(Suppl. 5):S60-79.
10. Faigenbaum AD, Myer GD. Exercise deficit disorder in youth: Play now or pay later. *Curr Sports Med Rep.* 2012;11:196-200.
11. Cattuzzo MT, dos Santos Henrique R, Ré AH, de Oliveira IS, Melo BM, de Sousa Moura M, et al. Motor competence and health related physical fitness in youth: A systematic review. *J Sci Med Sport.* 2016;19:123-9.
12. Barnett LM, van Beurden E, Morgan PJ, Brooks LO, Beard JR. Childhood motor skill proficiency as a predictor of adolescent physical activity. *J Adolesc Health.* 2009;44:252-9.
13. Stodden D, Langendorfer S, Robertson MA. The association between motor skill competence and physical fitness in young adults. *Res Q Exerc Sport.* 2009;80:223-9.
14. Ruiz Pérez LM. Competencia motriz. Elementos para comprender el aprendizaje motor en educación física escolar. Madrid: Gymnos; 1995.

15. Gallahue DL, Ozmun JC. *Understanding Motor Development: Infants, Children, Adolescents, Adults*. Boston: McGraw-Hill; 2006.
16. Bernstein M. *The co-ordination and regulation of movements*. Oxford: Pergamon Press; 1967.
17. Kelso JAS. *Dynamic patterns: The Self-Organization of Brain and Behavior*. Cambridge MA: MIT Press; 1995.
18. Fort-Vanmeerhaeghe A, Romero-Rodriguez D. Rol del sistema sensoriomotor en l'estabilitat articular durant les activitats esportives. *Apunts Med Esport*. 2013;48:69-76.
19. Paine V, Isaacs L. *Human Motor Development: A Lifespan Approach*. 5th ed. New York: McGraw-Hill; 2001.
20. Clark JE, Metcalfe J. The mountain of motor development: A metaphor. *Mot Dev Res Rev*. 2002;2:163-90.
21. Lloyd R, Oliver J. The youth physical development model: A new approach to long-term athletic development. *Strength Cond J*. 2012;34:61-72.
22. Balyi I, Hamilton A. Long-term athlete development: Trainability in childhood and adolescence. *Windows of opportunity. Optimal trainability*. Natl Coach Inst Br Columbia Adv Train Perform Ltd. 2004.
23. Gallahue DL, Ozmun JC. *Understanding Motor Development: Infants, Children, Adolescents, Adults*. Boston, MA: McGraw-Hill; 2012.
24. Wickstrom RL. *Patrones motores básicos*. Madrid: Alianza deportiva; 1990.
25. Godfrey BB, Kephart NC. *Movement Patterns and Motor Education*. New Jersey: Appleton Century Crofts; 1969.
26. Batalla A. *Habilidades motrices*. Barcelona: INDE; 2006.
27. Biddle SJH, Pearson N, Ross GM, Braithwaite R. Tracking of sedentary behaviours of young people: A systematic review. *Prev Med (Baltim)*. 2010;51:345-51.
28. Konstabel K, Veidebaum T, Verbestel V, Moreno LA, Bammann K, Tornaritis M, et al. Objectively measured physical activity in European children: The IDEFICS study. *Int J Obes (Lond)*. 2014;38(Suppl 2):S135-43.
29. Tudor-Locke C, Johnson WD, Katzmarzyk PT. Accelerometer-determined steps per day in US children and youth. *Med Sci Sports Exerc*. 2010;42:2244-50.
30. Wrotniak BH, Epstein LH, Dorn JM, Jones KE, Kondilis VA. The relationship between motor proficiency and physical activity in children. *Pediatrics [Internet]*. 2006;118:e1758-65. Disponible a: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17142498>
31. Williams HG, Pfeiffer KA, O'Neill JR, Dowda M, McIver KL, Brown WH, et al. Motor skill performance and physical activity in preschool children. *Obesity*. 2008;16:1421-6.
32. Lopes VP, Stodden DF, Bianchi MM, Maia JAR, Rodrigues LP. Correlation between BMI and motor coordination in children. *J Sci Med Sport*. 2012;15:38-43.
33. Barnett LM, van Beurden E, Morgan PJ, Brooks LO, Beard JR. Does childhood motor skill proficiency predict adolescent fitness? *Med Sci Sports Exerc*. 2008;40:2137-44.
34. Graf C, Koch B, Kretschmann-Kandel E, Falkowski G, Christ H, Coburger S, et al. Correlation between BMI, leisure habits and motor abilities in childhood (CHILT-project). *Int J Obes Relat Metab Disord*. 2004;28:22-6.
35. Longmuir PE, Boyer C, Lloyd M, Yang Y, Boiarskaia E, Zhu W, et al. The Canadian Assessment of Physical Literacy: Methods for children in grades 4 to 6 (8 to 12 years). *BMC Public Health*. 2015;15:767.
36. Hellin Moreno P, Moreno Murcia JA, Rodriguez Garcia PL. Relación de la competencia motriz percibida con la práctica físico-deportiva. *Rev Psicol Deporte*. 2006;15:219-31.
37. Ryan RM, Deci EL. Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being. *Am Psychol*. 2000;55:68-78.
38. Myer GD, Faigenbaum AD, Chu DA, Falkel J, Ford KR, Best TM, et al. Integrative training for children and adolescents: Techniques and practices for reducing sports-related injuries and enhancing athletic performance. *Phys Sportsmed*. 2011;39:74-84.
39. Faigenbaum AD, Myer GD, Farrell A, Radler T, Fabiano M, Kang J, et al. Integrative neuromuscular training and sex-specific fitness performance in 7-year-old children: An exploratory investigation. *J Athl Train*. 2014;49:145-53.
40. Fort-Vanmeerhaeghe A, Romero-Rodriguez D, Montalvo AM, Kiefer AW, Lloyd RS, Myer GD. Integrative neuromuscular training and injury prevention in youth athletes. Part I. *Strength Cond J*. 2016;38:36-48.
41. Faigenbaum AD, Lloyd RS, Sheehan D, Myer GD. The role of the pediatric exercise specialist in treating exercise deficit disorder in youth. *Strength Cond J*. 2013;35:34-41.
42. Malina RM, Bouchard C. *Growth, Maturation, and Physical Activity*. Champaign, IL: Human Kinetics; 2004.
43. Benes FM, Turtle M, Khan Y, Farol P. Myelination of a key relay zone in the hippocampal formation occurs in the human brain during childhood, adolescence, and adulthood. *Arch Gen Psychiatry*. 1994;51:477-84.
44. Kenney WL, Costill DWJ. *Physiology of Sport and Exercise*. 5th ed. Champaign, IL: Human Kinetics; 2012.
45. Philippaerts RM, Vaeyens R, Janssens M, van Renterghem B, Matthys D, Craen R, et al. The relationship between peak height velocity and physical performance in youth soccer players. *J Sports Sci*. 2006;24:221-30.
46. Tanner JM, Whitehouse RH, Marubini E, Resele LF. The adolescent growth spurt of boys and girls of the Harpenden growth study. *Ann Hum Biol*. 1976;3:109-26.
47. Croix MDS. Advances in paediatric strength assessment: Changing our perspective on strength development. *J Sports Sci Med*. 2007;6:292-304.
48. Myer GD, Lloyd RS, Brent JLFA. How young is too young to start training? *ACSMs Health Fit J*. 2013;17:14-23.
49. Hewett TE, Myer GD, Ford KR. Decrease in neuromuscular control about the knee with maturation in female athletes. *J Bone Joint Surg Am*. 2004;86-A:1601-8.
50. Ford KR, Shapiro R, Myer GD, van den Bogert AJ, Hewett TE. Longitudinal sex differences during landing in knee abduction in young athletes. *Med Sci Sports Exerc*. 2010;42:1923-31.
51. Myer GD, Sugimoto D, Thomas S, Hewett TE. The influence of age on the effectiveness of neuromuscular training to reduce anterior cruciate ligament injury in female athletes: A meta-analysis. *Am J Sports Med*. 2013;41:203-15.
52. Emery CA, Hagel B, Morrionello BA. Injury prevention in child and adolescent sport: Whose responsibility is it? *Clin J Sport Med*. 2006;16:514-21.
53. Herman K, Barton C, Malliaras P, Morrissey D. The effectiveness of neuromuscular warm-up strategies, that require no additional equipment, for preventing lower limb injuries during sports participation: A systematic review. *BMC Med*. 2012;10:75.
54. Hübscher M, Zech A, Pfeifer K, Hänsel F, Vogt L, Banzer W. Neuromuscular training for sports injury prevention: A systematic review. *Med Sci Sports Exerc*. 2010;42:413-21.
55. Myer GD, Faigenbaum AD, Ford KR, Best TM, Bergeron MF, Hewett TE. When to initiate integrative neuromuscular training to reduce sports-related injuries and enhance health in youth? *Curr Sports Med Rep*. 2011;10:157-66.
56. Faigenbaum A, Farrell A, Fabiano M, Radler T, Naclerio F, Ratamess N, et al. Effects of integrative neuromuscular training on fitness performance in children. *Pediatr Exerc Sci*. 2011;23:573-84.
57. Myer G, Faigenbaum A. Pediatric physical activity exercise is sports medicine in youth: Integrative neuromuscular training to optimize motor development. *Kronos*. 2011;10:39-48.
58. Emery CA, Roy T-O, Whittaker JL, Nettel-Aguirre A, van Mechelen W. Neuromuscular training injury prevention strategies in

- youth sport: A systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med.* 2015;49:865-70.
59. Fort-Vanmeerhaeghe A, Romero-Rodriguez D, Lloyd RS, Kushner A, Myer GD. Integrative neuromuscular training in youth athletes. Part II: Strategies to prevent injuries and improve performance. *Strength Cond J.* 2016;38:9-27.
 60. Slining M, Adair LS, Goldman BD, Borja JB, Bentley M. Infant overweight is associated with delayed motor development. *J Pediatr.* 2010;157:20-25.e1.
 61. Faigenbaum AD, Myer GD. Pediatric resistance training: Benefits, concerns, and program design considerations. *Curr Sports Med Rep.* 2010;9:161-8.
 62. Chappell JD, Limpisvasti O. Effect of a neuromuscular training program on the kinetics and kinematics of jumping tasks. *Am J Sports Med.* 2008;36:1081-6.
 63. Myer GD, Ford KR, Brent JL, Hewett TE. The effects of plyometric vs. dynamic stabilization and balance training on power, balance, and landing force in female athletes. *J Strength Cond Res.* 2006;20:345-53.
 64. Noyes FR, Barber-Westin SD, Smith ST, Campbell T, Garrison TT. A training program to improve neuromuscular and performance indices in female high school basketball players. *J Strength Cond Res.* 2012;26:709-19.
 65. Noyes FR, Barber-Westin SD, Tutalo Smith ST, Campbell T. A training program to improve neuromuscular and performance indices in female high school soccer players. *J Strength Cond Res.* 2013;27:340-51.
 66. Bompa T. *Total Training for Young Champions.* Champaign, IL: Human Kinetics; 2000.
 67. Lloyd RS, Cronin JB, Faigenbaum AD, Haff GG, Howard R, Kraemer WJ, et al. National strength and conditioning association position statement on long-term athletic development. *J Strength Cond Res.* 2016;30:1491-509.