Марина Ђорђевић-Никић

796:613.2
Прегледни чланак
Примљено 26.03.2009.

НУТРИТИВНЕ ПОТРЕБЕ МЛАДИХ СПОРТИСТА

Физичка култура, Београд, 63 (2009), 2, стр. 149 – 164, таб. 3, лит. 26

Сажетак

Учешће младих у спорту показује узлазни тренд. Постоји јака интеракција између исхране, раста/развоја и постизања успеха у спорту. Поједини аспекти физиологије физичког рада код деце узраста 7-12 година, нису довољно јасни. Процену потреба деце за макро/микронутриентима отежава физиолошка варијабилност раста током пубертета. Ипак, може се указати на опште потребе ове популационе групе: 1) рехидратација, ради очувања оптималне функције кардиоваскуларног система, заснива се на принципима који се примењују код одраслих; 2) задовољење потреба за енергијом и макронутриентима; дневне енергетске потребе, у узрасту од 9-13 година износе 1400-3000 Kcal, у зависности од пола, стадијума пубертета и физичких захтева; препоручени унос протеина је 1,5-2,2 г/кг ТМ, унос угљених хидрата треба да је изнад 50% дневних енергетских потреба, а унос есенцијалних масних киселина треба да је у складу са препорукама и 3) оптималан унос микронутриената обезбеђује се задовољењем енергетских потреба и применом балансиране дијете. Најчешћи дефицити минерала, код младих спортиста односе се на гвожђе и калцијум. Суплементација витаминско-минералним препаратима није показала бенефицијалне ефекте на раст и физичко достигнуће.

Кључне речи: ДЕЦА / АДОЛЕСЦЕНТИ / СПОРТ / РАСТ/ ИСХРАНА

УВОД

Учешће деце и адолесцената у организованом спорту показује узлазну тенденцију у многим земљама света. У Европи заступљеност младих, узраста 6-16 година у спорту креће се у распону од 53-98%, у зависности од земље. У нашој земљи је 55% ученика, узраста 13,6 година, укључено у неку спортску активност (Милановић и сар., 2008).

Правилна исхрана је сигурно једна од главних компоненти раста и сазревања, али и успеха у спорту. Учесталије повређивање и обољевање спортиста се, поред осталог, може повезати са енергетским и нутритивним дефицитима.

Врло често је ограничен број истраживања на узорку деце и адолесцената укључених у организоване спортске активности. Истраживања ове популационе групе морају да задовоље етичке захтеве и искључују агресивне методе.

Енергетика мишићне контракције код деце

Фактори који одређују утилизацију угљених хидрата и масти у енергетском метаболизму одраслих спортиста добро су познати. Главне разлике, које се уочавају, када се пореде млади и одрасли ,током дуготрајног физичког рада су:

1. нижи садржај гликогена у мишићима код деце, што води у ранији утрошак овог полисахарида и
2. потенцијално већа утилизација масти код младих спортиста.

Вредности гликогена у мишићима су 50-60% ниже код деце него што је то код одраслих. Количине се повећавају током матурације, тако да су оне у старијих дечака сличне вредностима седентерних мушкараца (Boisseau et al., 2000). С друге стране, продукција гликогена у јетри и његово искоришћавање у ЦНС варирају у зависности од узраста. Повећане потребе мозга за глукозом (4 mg/kg/мин) у детињству, прати и већа продукција гликогена у јетри (6 mg/kg/мин). Ово је једно од тумачења бржег утрошка гликогена који се среће код деце (Boisseau et al., 2000).

Деца узраста 7-10 и 12-15 година, без обзира да ли тренирају, имају мању способност рефосфорилације АТП у анаеробном метаболизму током вежбања високог интензитета, у односу на одрасле. Сматра се да је код деце смањена гликолитичка способност услед смањене активности ензима лактат-дехидрогеназе и фосфоруктокиназе. Другачији образац регрутовања одређених типова мишићних влакана током контракције мишића код деце је друго објашњење ове појаве (Boisseau et al., 2000). Разлика између деце и одраслих у активности ензима гликолизе у мишићима нестаје током адолесценције, тако да је она врло мала, већ у узрасту од 13-15 година. С друге стране, код деце је присутна већа способност за оксидацију пирувата, што би указивало на веће учешће аеробног обезбеђења енергије из угљених хидрата (у даљем тексту - УХ) (Boisseau et al., 2000).

Већа утилизација масти (повећана липолиза и оксидација слободних масних киселина) може компензовати редукован гликолитички капацитет и тако омогућити да у плазми буде очуван стабилан ниво глукозе, током вежбања (Boisseau et al., 2000).

Нема разлике у вредностима АТП и креатинфосфата (КФ) у мишићима деце и одраслих. Стога, код деце није смањен капацитет за вежбање, чије трајање не прелази 10-15 секунди. Тако спортови који су представљени кратким деоницама трчања, пливања, скокова, шутирања или удараца бивају од деце лако прихваћени. Преадолесценти због претходно наведеног имају тешкоћа да одрже високи интензитет тренинга који траје преко 15 секунди до 1-2 минута.

Опоравак деце и адолесцената одвија се брже него код одраслих, јер су ниже концентрације лактата и водоникових јона у крви, након интервалног тренинга високог интензитета (Boisseau et al., 2000). Значајан је податак да је максималан ниво лактата у крви у директној вези са порастом волумена тестиса код дечака током пубертета и нивоом тестостерона у пљувачки.

Општа је сагласност да су деца и адолесценти добро адаптирани за дуготрајно физичко вежбање ((Boisseau et al., 2000; Aucoturier et al., 2008).

Задовољење енергетских потреба

Повећане енергетске потребе, током пубертета и адолесценције, условљене су убрзаним растом и развојем. Спортски тренинзи у зависности од карактеристика (интензитет, дужина трајања, учесталост, тип вежбања и др.) додатно повећавају енергетске захтеве. Велика индивидуална варијабилност адолесцентног раста, са своје стране, отежава утврђивање енергетских потреба младе особе. Енергетски захтеви за децу између 9. и 13. године се крећу у распону од 1415 kcal/дан за седентерне девојчице, до 3038 kcal/дан за врло активне 13-годишње дечаке. Потребе су веће за адолесценте узраста 14-18 година. Крећу се у распону од 1718 kcal/дан за седентерне девојчице, до 3804 kcal/дан за врло активне дечаке (Petrie et al., 2004).

Било је више истраживања у којима је нарочито код младих спортисткиња, посебно у естетским спортовима (спортска и ритмичка гимнастика, уметничко клизање и сл.) забележен незадовољавајући енергетски унос током дужег временског периода. Негативан енергетски баланс у овим околностима био је праћен кашњењем пубертета, заостајањем у расту, смањеним вредностима коштане густине, повећаним ризиком

од повређивања, успореним опоравком, каснијом појавом менархе, менструалним дисрегуларностима, као и другим знацима нутритивних дефицита. Код младих спортисткиња у постпубертету дуготрајно енергетско исцрпљивање може бити праћено олигоменореом, изостанком овулација, секундарним аменореама и редукцијом дужине лутеалне фазе циклуса. Редовно се у оваквим случајевима бележе изразито ниске вредности телесних масти и велики психофизички стрес (Fialaireet al., 2002; Benjamin, 2007; Loucks, 2007).

У борилачким спортовима (бокс, карате, рвање и сл.) постоји категоризација према телесној маси, када спортисти имају потребу за брзом редукцијом телесне масе. Тада се често прибегава ригорозним хипоенергетским дијетама, праћеним јаким тренинзима. У тим периодима се осим енергетског, могу утврдити и различити дефицити есенцијалних нутриената (есенцијалне аминокиселине, калцијум, гвожђе, цинк, антиоксидативни витамини и друго). Резултати истраживања на младим рвачима, који у такмичарском периоду рапидно смањују своју ТМ, показују да је недовољан енергетски унос, праћен малим уносом протеина (0,9 g kg^{-1}дан$^{-1}$), што све заједно смањује мишићну масу, а у директној је вези са смањењем снаге и силе мишића (Horswell, 1990). Наведена дијетна одступања током такмичарске сезоне, прати и алтерација у функцији осовине хипоталамус-хипофиза-тестиси и осовине хормон раста-инсулину сличан фактор раста 1 (Roemich et al., 1997).

„*Catch up"* раста се врло често бележи као физиолошки одговор на енергетско исцрпљивање у обе наведене групе спортова. Тада се у периодима ван такмичења, побољшава квалитет исхране, а организам младих спортиста компензује настали дефицит. У већини случајева бележи се надокнада изгубљеног и достизање, или чак премашивање прогнозиране ТВ (Horswell, 1990; Roemich et al., 1997).

Угљени хидрати

Угљени хидрати (УХ) су примарни енергетски супстрат за физички рад током већине спортских активности. Повећање интензитета рада директно је повезано са већим искоришћавањем глукозе и гликогена. Садржај гликогена у мишићима је главни лимитирајући фактор дужине рада у спортовима издржљивости. Препоручени унос угљених хидрата (DRI – Daily Recommanded Intake) од 100 g дневно за узрасте 9-18 година односи се на неопходну количину глукозе за нормалну функцију мозга (Petrie et al., 2004). Ресинтеза мишићног гликогена, након тренинга, подразумева повећани унос угљених хидрата. Највеће вредности уноса угљених хидрата бележе се у спортовима издржљивости 352±127 g/дан код девојака (17,4±1,4 год.), затим код рвача 367±123 g/дан у предтакмичарској сезони, у америчком фудбалу 366±170 g/дан и код фудбалера, 526±62 g/дан (Petrie et al., 2004).

Још увек није јасно да ли је исхрана богата угљеним хидратима бенефиција за младе спортисте, посебно у спортовима који трају дуже од 1-1,5 сат. Ипак, препоруке су да унос УХ, буде већи од 50% укупног енергетског уноса. Житарице, поврће и воће, као главни носиоци угљених хидрата, али и витамини, минерали и дијетна влакна, сигурно би допринели обезбеђењу довољне енергије за рад, обнови мишићног гликогена и очувању протеинског пула у организму.

Масти

Препоруке за унос масти код младих спортиста су сличне онима код одраслих и износе 25-30% укупног енергетског уноса. Велики значај есенцијалних масних киселина условио је постојање прецизних препорука (AI- *adequat intake*) за унос ове врсте масних киселина (Табела 1) Унос засићених масних киселина не треба да буде већи од 10% укупног енергетског уноса (Petrie et al., 2004; Aucoturier et al., 2008).

Табела 1. Адекватан унос есенцијалних масних киселина, према полу и узрасту.

пол	Узраст (год.)	Линолна к. (g)	Линолеинска к. (g)
Ж	9-13	10	1
Ж	14-18	11	1,1
М	9-13	12	1,2
М	14-18	16	1,6

Редукционе дијете, које се спроводе код спортиста који раде на постизању одређене ТМ или телесне композиције, морају се базирати на очувању минумума телесних масти у организму. Тако се узима да за девојке масна компонента не треба да буде мања од 14%, а за младиће 7% (Petrie et al., 2004; Aucoturier et al., 2008).

Протеини

Значај оптималног уноса протеина код спортиста током пубертета и адолесценције је вишеструк. Осим опште подршке расту, унос аминокиселина важан је за развој мишићне масе и целокупне безмасне телесне компоненте. Опште правило, по коме ће се аминокиселине искористити на најбољи начин у организму, задовољењем енергетских потреба, у овом случају је од примарног значаја (Horswill, 1990, Roemich et al., 1997).

Сматра се да се препоруке за унос протеина, које се односе на одрасле спортисте, а износе 12-15% дневног енергетског уноса, могу применити код деце и адолесцената (Petrie et al., 2004).

Табела 2. Унос протеина (g kg^{-1}дан$^{-1}$) деце и адолесцената, рачунато као 12-15% дневног енергетског уноса

Пол, узраст	ТМ (kg)	Енергетске потребе (kcal/дан)	Протеини 12-15% (g kg^{-1}дан$^{-1}$)
Девојчица, 9 год.	29	1390	1,44-1,78
Адолесцент, 18 год.	67,2	3804	1,7-2,12

Прихваћена је законитост да ће повећани енергетски захтеви изазвани физичким тренинзима, условити повећање енергетског уноса, а очувани баланс макронутриената, значиће и сразмерно повећање уноса протеина. Подаци из литературе говоре да у разним спортовима код младих спортиста бивају задовољене потребе за оптималним уносом протеина. Забележен је највећи унос протеина код хокејаша 2,2±0,5 g kg^{-1}дан$^{-1}$ (12,5±0,5 год.), док је најнижи износио 0,96±0,6 г кг$^{-1}$дан$^{-1}$, код рвача (16,0±1,9 год.), у сезони када је спроведена редукција ТМ од 3,5%. Приликом одређивања потреба за протеинима код деце многи физиолози и нутриционисти препоручују да тај унос буде за спортове издржљивости 1,2-1,6 кг$^{-1}$дан$^{-1}$, а у спортовима снаге 1,2-1,7 г кг$^{-1}$ дан$^{-1}$ (Petrie et al, 2004).

Питања која сигурно остају отворена односе се на спортове и фазе у тренажном процесу када постоје изузетно велики енергетски захтеви, условљени тренингом и/или када треба спровести рестрикцију енергетског уноса, да би се редуковале телесне масти или постигла такмичарска ТМ. Сигурно да треба проучити ситуације када се поклапају тешки спортски тренинзи са адолесцентним замахом раста. Препорука је да унос протеина тада не буде мањи од 1,5 g kg^{-1}дан$^{-1}$.

Унос течности и терморегулација код деце и адолесцената током спортског тренинга

Неколико је значајних фактора који утичу на регулисање телесне температуре током физичког рада: узраст, антропометријске карактеристике, максимална потрошња кисеоника (VO_2 max) и степен аклиматизације.

Степен знојења код препубертетских дечака, током вежбања, значајно је мањи (скоро ½) у односу на младе одрасле мушкарце (Bar-Or, 1989; Inbar et al., 2004; Rowland, 2008). Однос телесне површине и ТМ је већи у поређењу са одраслима. Већи је метаболички одговор у односу на ТМ – нижа је економика вежбања. Редукован је срчани аутпут, при датом метаболичком нивоу и спорија је аклиматизација на високу температуру (Bar-Or, 1989; Rowland, 2008). Концентрација електролита у зноју деце је нижа (Inbar et al., 2004). Базирано на овим опсервацијама организам препубертетске деце је традиционално сматран „мање ефективним у терморегулацији“ у односу на одрасле, са повећаним ризиком од болести насталих услед топлотног прегрејавања. Данас, карактеристике физиолошког одговора и резултата вежбања, у условима високе температуре, нису довољно јасне код младих, али најновија сазнања, указују да не постоје значајне разлике

између одраслих и деце. Степен дехидратације и ризик од обољења насталих као резултат топлотног стреса не разликује се између деце и одраслих (Inbar et al., 2004; Rowland, 2008).

Базирано на основном волумену излученог урина од 22 g kg^{-1}·$дан^{-1}$ и очекиваном волумену одређиваном према енергетском утрошку у килокалоријама, треба одредити потребан унос течности код младих спортиста. У табели 3 приказани су сумарни подаци степена знојења код младих спортиста у неким групама спортова (Petrie et al., 2004).

Табела 3. Степен знојења код деце и адолесцената у неким спортовима (РВ-релативна влажност) према Petrie et al. (2004)

Испитаници	**Врста вежбања**	**Узраст (год.)**	**Пол (бр. испитаника)**	**Степен знојења (просек±СД) (мл/час)**	**Услови средине**
Триатлонци*	Лаб. дуатлон	12,5-14,8	Муш. (7)	640±370	непознати
Триатлонци*	Лаб. дуатлон	12,5-14,8	Жен. (8)	510±226	непознати
Триатлонци*	Лаб. дуатлон	15,0-17,1	Муш. (9)	1260±170	непознати
Триатлонци*	Лаб. дуатлон	15,0-17,1	Жен. (8)	710±379	непознати
Тимски и индив. спорт ¤	Лаб. трчање, бицикл,	13,0±1	Муш. (9)	937±342	25,5ºC; РВ:27,3%
Тимски и индив. спорт ¤	Лаб. трчање бицикл	17,0±1	Жен. (6)	567±165	26,5ºC; РВ:27,3%
Тенис, рвање, бокс, атлетика и пливање	Бицикл ергометар, у тропским условима	11-14	Муш. (12)	566±110	33,0 ºC; РВ:58,5%
Тенис (студија случаја)	Тениски терен	17	Муш. (1)	2500	31,6 ºC; РВ:62%

* Сигнификантна зависност степена знојења од узраста

¤ Степен знојења је био сигнификантно нижи код младих у односу на одрасле у истим условима тренинга и спољашње средине.

Унос течности

Адекватан унос течности током и након спортског тренинга је од примарног значаја за здравље учесника и постизање успеха у спорту. Дехидратација ремети нормалну функцију кардиоваскуларног система и терморегулацију, што посебно код дуготрајног вежбања у условима високе температуре може довести до озбиљних поремећаја у организму. Губитак течности од 1-2% ТМ смањује издржљивост, изазивајући промене у ЦНС-у. Истраживања *in vitro* указују да дехидратација убрзава разградњу гликогена и протеина у ћелији, што настаје као резултат измењене осмоларности. Супротно, увећање садржаја воде иницира синтезу протеина. Већи степен дехидратације у организму праћен је озбиљним промена у функцији ћелије.

Највећи степен губитка течности бележи се код физичког рада који траје континуирано преко 1-1,5 сат. У тим околностима треба обезбедити адекватан унос течности пре, током и након тренинга/такмичења. Неопходно је да млади спортиста усвоји план узимања течности, који ће по свом квантитету, саставу и времену узимања максимално смањити могућност настанка значајног степе-

на дехидратације. Обојени напици, који садрже адекватне количине угљених хидрата и натријум-хлорида (УХ 30-80 g/l; NaCl 400-1100 mg/l), најбоље су прихваћени и могу да обезбеде надокнаду онога што је изгубљено, а тиме превенирају термални стрес. Иако је концентрација натријума у зноју деце нешто нижа, него код одраслих, велики губитак течности од неколико литара евапорацијом, може бити праћен значајним дефицитом натријума.

Надокнада у периоду опоравка треба да обухвати унос натријум-хлорида, калијума и магнезијума, који поред осталог треба да спрече настанак мишићних грчева.

Спортисти који морају да одрже телесну масу у одређеним границама, као што је то код оних који су категорисани према телесној маси (борилачки спортови) често прибегавају добровољној дехидратацији, која се изазива на различите начине. Оваква пракса је ризична и резултат је непознавања поступака за успешну и безбедну редукцију телесне масе.

Минерали и витамини

Дуготрајни физички рад, који је присутан у спортовима издржљивости, носи са собом ризик од недовољног уноса минерала, који се у највећој мери губе знојењем.

Најчешћи дефицити минерала код младих спортиста односе се на гвожђе и калцијум.

Гвожђе

Током пубертета повећавају се потребе за гвожђем. Убрзани раст целокупног организма, мишићне масе, повећана синтеза хемоглобина и појава менструација, главни су фактори који условљавају повећање потреба за уносом гвожђа. Садржај гвожђа у организму зависи од уноса, апсорпције и губитака из организма. Учесталост хипосидеремијске анемије код спортиста одговара оној код неспортиста (Ehn et al., 1980; Louse et al, 1993). Регуларни тренинзи издржљивости, посебно дуготрајна трчања, могу предиспонирати ка већем губитку гвожђа (Ђорђевић-Никић, 1995). Сматра се да овакви тренинзи изазивају већи степен хемоглобинурије и миоглобинурије, услед повећане деструкције еритроцита (хемолиза) и мишићних влакана (миолиза) (Peeling et al., 2007). Томе треба додати и губитке настале знојењем и путем гастроинтестиналног тракта. У неким истраживањима на одраслим спортистима је утврђен дефицит серумског гвожђа у 40% жена и 17 % мушкараца тркача, што се није могло сматрати анемијом, али се везује за смањење перформанси (аеробни капацитет) битних за ове спортове. Инциденца оваквих промена гвожђа се увећава како напредује спортска сезона. Зато се ови спортисти сврставају у групу „под ризиком“ и препоручује им се повећани унос гвожђа. Новија истраживања су показала да код спортисткиња са сниженим садржајем феритина у крви ($\leq$35 μg/l), интрамускуларна примена гвожђа није довела до побољшања физичких параметара битних за дуготрајан рад (submax и max VO_2, срчане фреквенције или лактата у крви). Ипак, сматра се да ће овакав унос спречити настанак анемије (Peeling et al., 2007). Адекватан унос намирница које садрже тзв. хем-гвожђе, као и добра комбинација хранљивих материја које треба да оптимизирају апсорпцију гвожђа (протеини, аскорбинска киселина) ће у највећем броју случајева обезбедити задовољавајући унос овог значајног минерала. Најбољи предиктор статуса гвожђа у организму је пропорција укупних протеина у дијети. С друге стране, унос УХ и масти је у негативној корелацији са феритином у плазми.

Проблем могу да представљају обилнија менструална крварења код младих спортисткиња које су укључене у активности које захтевају низак енергетски унос до 2000 kcal дневно.

У већини других спортова, повећаним енергетским уносом обезбеђује се задовољавајући унос гвожђа.

Хематолошки параметри и физичке перформанце су фактори који одређују околности за узимање фармацеутских препарата гвожђа.

Калцијум

Физичко вежбање нема директног утицаја на садржај калцијума у организму. Ипак, битно је подсећање да је задовољавајући унос и искоришћавање калцијума до 25. године живота, гарант коштаног здравља у каснијем животном добу. Спортисткиње у естетским спортовима (гимнастика, уметничко клизање, балет и сл.) препознају се често као група под ризиком за настанак и развој остеопеније и стрес фрактура. Недовољни садржај калцијума у костима

праћен је често малнутрицијом и дефицијенцијом естрогена. Спортисткиње, које са обимним тренинзима започињу у препубертетском периоду и настављају их током пубертета, а уз то је често присутан недовољан енергетски унос, представљају ризичну групу за развој остеопеније и других нежељених појава. Дуготрајан дефицит енергетског уноса, условљен великим енергетским утрошком, током спортских тренинга, праћен је ниским вредностима телесних масти. Резултат оваквих промена у организму је касније започињање и успорена прогресија пубертета (Capust et al., 2000; Fialaire et al., 2002; Loucks et al., 2007). Сматра се да ће повећани унос калцијума (до 1500 mg дневно), уз задовољење енергетских потреба омогућити превенцију, односно поправити овакво стање у организму спортисткиња.

Нутритивна суплементација

Коришћење нутритивних суплемената витамина/минерала све је учесталије међу младим спортистима, посебно адолесцентима. У САД учесталост употребе ове врсте суплемената је око 46% (Petrie et al, 2004). Упркос растућем интересовању за суплементе у досадашњим истраживањима није доказано да корисници суплемената имају било какве бенефиције од употребе суплемената (Petrie et al., 2004; Calfe et al., 2006; Armstrong et al., 1996). Повољни ефекти на укупан раст и спортски успех код здравих нормално ухрањених младих спортиста нису утврђени. Спортисткиње се најчешће одлучују за суплементе који по њиховом мишљењу треба да обезбеде опоравак, јачање имунитета и очување здравља. Мотиви спортиста за узимањем нутритивних суплемената односе се првенствено на побољшање достигнућа (нутритивни ергогени) (Calfe et al., 2006). Код оба пола присутна је висока преваленца употреба витаминско/минералних препарата. Нутритивна суплементација је често нерационална и није заснована на стварним потребама спортисте.

Најчешће је суплементација код деце и адолесцената спортиста оправдана у периодима када се ради на редукцији или одржању ниске телесне масе, што је праћено недовољним енергетским уносом (спортови категорисани према ТМ, естетски спортови и др.). Ту су и ситуације када постоје изразито велике енергетске потребе, учестали тренинзи и кратко време опоравка.

Ризици суплементације односе се на прекомерни унос (компетиција између нутриената), као и присуство штетних и допинг супстанци у нутритивним додацима (Calfe et al., 2006; Armstrong et al., 1996).

ЗАКЉУЧАК

Задовољење нутритивних потреба деце један је од основних предуслова остваривања генетске предиспозиције за раст и развој током адолесценције. Енергетика мишићне контракције, физиолошке и анатомске карактеристике организма деце и одговор на тежак физички рад, имају своје особености, које још увек нису довољно проучене. Основне препоруке за унос макронутриената, код младих спортиста, не разликују се значајно од оних које постоје за одрасле. Посебно се истиче значај задовољења потреба за протеинима, гвожђем и калцијумом у периоду адолесцентног замаха раста. Надокнада течности и електролита током дуготрајних активности, спречиће настанак компликација топлотног стреса. Тешки спортски тренинзи који започињу у препубертету, као и они који захтевају одређену телесну масу/композицију носе ризик од енергетско/нутритивних дефицита и инхибиције раста. Исхрана младих спортиста треба да буде осмишљена на основу резултата раста и полног развоја младих спортиста, уз истовремену процену захтева тренинга.

ЛИТЕРАТУРА

1. Armstrong, L. E., Maresh, C. M. (1996). Vitamin and mineral supplementation as nutritional aids to exercise performance and health. *Nutritional reviews*, 54(4), 149-158.

2. Aucoturier, J., Baker, J. S., Duche, P. (2008). Fat and carbohydrate metabolism during submaximal exercise in children. *Sports Med*, 38(3), 213-238.

3. Benjamin, U. J. (2007). The female adolescent athlete: specific concerns. *Pediatric annals*, 36(11), 719-727.

4. Boisseau, N., Delamarche, P. (2000). Metabolic and hormonal responses to exercise in children and adolescents. *Sports Med*, 30(6), 405-422.

5. Bor-Or, O. (1989). Temperature regulation during exercise in children and adolescents. In: *Perspectives in Exercise Science and Sports Medicine. Youth exercise and Sport,* 2, 335-368.

6. Gordon, K. J., Micheli, L. J., Field, A. E. (2005). Correlates of stress fractures among preadolescent and adolescent girls. *Pediatrics*, 115(4), 399-406.

7. Daly, R. M., Caine, D. C. (2002). Does training affects growth? *The Physical and Sports-medicine*, 30(10)

8. Ђорђевић-Никић, М. (1995). Анализа динамике физичког и биолошког развоја деце основно-школског узраста. *Магистарски рад*, Београд, Медицински факултет.

9. Ђорђевић-Никић, М. (1995). Анемија код спортиста и суплементација гвожђем. *Физичка култура*, 3-4, 245-249.

10. Ehn, L., Clarkman, B., Haglund, S. (1980). Iron status in athletes involved in intense physical activity. *Med.Sci: Sports Exercise*, 12, 61.

11. Inbar, O., Morris, N., Epstein, Y., Gass, G. (2004). Comparasion of thermoregulatory responses to exercise in dry heat among prepubertal boys, young adults and older males. *Exp. Physiol,* 89.6, 691-700.

12. Louse, M., Read, R. (1993). Dietary supplements in Sports. *Sports Medicine*, 15(1), 43-65.

13. Loucks, A. B. (2007). Refutation of „myth of the female athlete trade". *Br J Sports Med*, 41, 55-57.

14. Милановић, И., Радисављевић, С. (2008). Спортско ангажовање ученика основних школа у Србији. *Физичка култура*, Македонија

15. Nieper, A. (2005). Nutritional supplementation practices in UK junior national track and field athletes. *British Journal of Sports Med*, 39, 645-649.

16. Peeling, P., Blee, T., Goodman, C., Dawson, B.(2007). Effect of iron injections on aerobic-exercise performance of iron-depleted female athletes. *Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 17(3), 221-232.

17. Petrie, H. J., Stover, E. A., Horswell, C. A. (2004). Nutritional concerns for the child and adolescent competitor. *Nutrition*, 20(7/8).

18. Rivera-Brown, A., Gutierrez., R., Gutierrez, R., Frontera, W., Bar-Or, O. (1999). Drink composition, voluntary drinking, and fluid balance in exercising, trained, hear-acclimatized boys. *J Appl Physiol*, 86-78.

19. Roemich, J. N., Sinning, W. E. (1997). Weight loss and wrestling training: effects on nutrition, growth, maturation, body composition, and strength. *J Appl Physiol*, 82, 1751-1759.

20. Rowland, T. (2008). Termoregulation during exercise in the heat in children; old concepts revised. *J Appl Physiol*, 105, 718-724.

21. Telford, R. D., Catchpole E. A., Deakin, V., Hahn, A. G. (1992). The effects of 7 or 8 month of vitamin/mineral supplementation on the athletic performance. *Int J Sports Nutr*, 2, 135.

22. Unithan, V. B., Goulopoulou, S. (2004). Nutrition for pediatric athlete. *Curr Sports Med Rep*, 3(4), 206-211.

23. Fialaire, E., Lac, G. (2002). Nutritional status and the body composition of juvenile elite female gymnasts. *J Sports Med Physical Fit*, 42(1), 65-70.

24. Horswill, C. A. (1990). Changes in the protein nutritional status of adolescent wrestlers. *Med Sci Sports Exerc*, 22(5), 599-604.

25. Calfee, R., Fadale, P. (2006). Popular ergogenic drugs and supplements in young athletes. *Pediatrics*, 117(3), e577-e589.

26. Capust, A., D´Alessandro, S., Castrogiovanni, S. (2000). Nutritional survay in elite rhytmic gymnasts. *J Sport Med and Physical Fit*, 40(4), 350-356.

др Марина Ђорђевић-Никић, Универзитет у Београду, Факултет спорта и физичког васпитања, Благоја Паровића 156
marina.nikic@dif.bg.ac.rs

Marina Djordjevic-Nikic

796:613.2
Review
Received 26.03.2009.

NUTRITIONAL NEEDS OF YOUNG ATHLETES

Physical Culture, Belgrade, 63 (2009), 2, p. 157 – 164, tab. 3, ref. 27

Abstract

Youth participation in sports shows upward tendency. There is a strong interaction between nutrition, growth / development and success achievement in sport. Some physical aspects of the physiology of children aged 7-12 years, are not sufficiently clear. Needs assessment of children for macro/micronutrients hinders physiological variability of growth during puberty. However, we can point out the general needs of this population: 1) rehydratation in order to maintain optimal function of the cardiovascular system, based on the principles that apply to adults, 2) meeting the needs for energy and macronutrients. Daily energy needs, aged 9-13 are 1400-3000 kcal, depending on gender, stages of puberty and physical requirements. The recommended protein intake is 1,5-2,2 g / kg of BM. The intake of carbohydrates should be above 50% of daily energy needs. Intake of essential fatty acids should be in accordance with the recommendations. 3) Optimal input of micronutrients provide satisfaction of energy needs and implementation of balanced diet. The most common mineral deficits, with young athletes are related to iron and calcium. Supplementation with vitamin-mineral beneficiary substances showed no effects on growth and physical achievement

Key words: CHILDREN / ADOLESCENTS / SPORT / GROWTH / NUTRITION

INTRODUCTION

Participation of children and adolescents in organized sports shows an upward trend in many countries. In Europe, participation of young people aged 6-16 years in sport ranges from 53-98%, depending on the country. In our country 55% of students aged 13.6 years, is included in some kind of sporting activity (Milanovic et al., 2008).

Proper nutrition is certainly one of the main components of growth and maturation, as well as of success in sport. More frequent injuries and illness of athletes can often be related to energy and nutritional deficits, among other things.

The number of researches with a sample of children and adolescent involved in organized sports activities is very often limited. Researches of this population group must satisfy the ethical requirements and exclude aggressive methods.

Energy of muscle contractions in children

The factors determining the carbohydrates and fats utilization in the energy metabolism of adult athletes are well known. The main differences, observed

when comparing the young and the adults during long-term physical work, are the following:

1. a lower content of glycogen in the muscles of children, which leads to earlier consumption of this polysaccharides and
2. a potentially greater fats utilization in young athletes

The values of glycogen in the muscles are 50-60% lower in children than in adults. These quantities are increased during maturation, so that, in older boys they are of similar values as in sedentary men (Boisseau et al., 2000). On the other hand, the production of glycogen in liver and its utilization in the CNS varies depending on age. The increased brain requirements for glucose (4 mg / kg / min) in childhood, are accompanied by the production of more glycogen in liver (6 mg/kg/min). This is one of interpretations of faster glycogen consumption, that was noticed in children (Boisseau et al., 2000). Children aged 7-10 and 12-15, regardless of whether they train, have lower ability of ATP rephosphorization in anaerobic metabolism during high intensity exercises compared to the adults. It is believed that children reduced glycholitic capacity results from the reduced activity of the enzyme lactate dehydrogenase and phosphofructokinase. A different pattern of recruitment of certain types of muscle fibers during contraction of muscles in children is another explanation of this phenomenon (Boisseau et al., 2000). The difference between children and adults in the activities of glycolysis enzymes in the muscles disappears during adolescence, so it is already very small at the age of 13-15. On the other hand, children present greater ability for piruvate oxidation, which would indicate the greater participation of aerobic providing of energy from carbohydrates (carbs) (Boisseau et al., 2000).

Larger fat utilization (increased lipolysis and oxidation of free fatty acids) can compensate for reduced glycholitic capacity and thus ensure that the stable glucose levels are preserved in plasma during exercising (Boisseau et al., 2000).

There are no differences in the values of ATP and creatine phosphate (KF) in muscles of children and adults. Therefore, children do not have reduced capacity for exercises whose duration does not exceed 10-15 seconds. Thus, sports, represented by short sequences of running, swimming, diving, kicking or beating, are easily accepted by children. Due to the aforesaid, preadolescents, have difficulties to maintain a high intensity training, which lasts over 15 seconds up to 1-2 minutes.

Recovery of children and adolescents occurs faster than in adults, because of lower concentrations of lactate and hydrogen ions in the blood after high-intensity interval training (Boisseau et al., 2000). The fact that the maximum level of lactate in blood is directly related to the increased volume of testicles in boys during puberty and testosterone in saliva, is significant.

It is generally agreed that children and adolescents are well adapted for long-term physical exercise (Boisseau et al., 2000; Aucoturier et al., 2008).

Meeting of energy requirements

The increased energy needs during puberty and adolescence, are caused by the accelerated growth and development. Sports training, depending on the characteristics (intensity, duration, frequency, type of exercise, etc.) additionally increase the energy requirements. On the other hand, great individual variability of adolescent growth, makes it difficult to determine the energy needs of a young person. Energy requirements for children between 9 and 13 range between 1415 kcal/day for sedentary girls up to 3038 kcal/day for very active 13-year old boys. The needs are greater for adolescents aged 14-18 years. They range from 1718 kcal/day for sedentary girls up to 3804 kcal/day for very active boys (Petric et al., 2004).

There were a few researches which, particularly with young female athletes, especially in aesthetic sports (sports and rhythmic gymnastics, figure skating, etc.), resulted in unsatisfactory energy intake over a long period of time. Negative energy balance in these circumstances was accompanied by delayed puberty, lag in growth, reduced values of bone density, increased risk of injury, slow recovery, later appearance of menarche, menstrual irregularities, and other signs of nutritional deficiency. In young female athletes in post-puberty, a long-term energy exhaustion can be followed by oligomenohrrea, lack of ovulation, the secondary amenorrhea and reduced length of lutheal phase of the cycle. As a rule, in such cases, extremely low values of body fat and a psychophysical stress are reported (Fialaireet al., 2002, Benjamin, 2007; Loucks, 2007).

In martial arts (boxing, karate, wrestling, etc.) the categorization is made pursuant to body weight, when athletes need to rapidly reduce body weight. Therefore, very often rigorous hypo-energy diets are applied, accompanied by strong training. In those periods, apart from the energy deficiencies, various deficiencies of essential nutrients can be identified (essential amino acids, calcium, iron, zinc, antioxidant vitamins, etc.). The results of the research of young wrestlers, who, during the competing period, rapidly reduce their BM, show that insufficient energy intake, followed by a small protein intake (0.9 g kg^{-1} day^{-1}), which all together reduces muscle mass and is directly related to the reduction of strength and muscle power (Horswell, 1990). The above diet deviations in the course of competitive season, are accompanied by alterations in the function of the hypothalamus-pituitary-testicle axis and growth hormone - insulin-like growth factor 1 (Roemich et al., 1997).

„Catch up" of growth is often reported as a physiological response to energy exhaustion in both stated groups of sports. Then, in periods without competitions, the quality of food is improved, and young athletes' bodies compensate the suffered deficit. In most cases, the compensation of the lost is recorded and as well as reaching or even exceeding of the forecasted BM (Horswell, 1990; Roemich et al., 1997).

Carbohydrates

Carbohydrate (CHO) is primary energy substrate for physical work during most sporting activities. The increase of work intensity is directly linked to greater exploitation of glucose and glycogen. Glycogen content in muscles is the main limiting factor of the work length in endurance sports. The recommended intake of carbohydrates (DRI - Daily Recommended Intake) of 100 g per day for the young, aged 9-18 refers to the necessary amount of glucose for normal brain function (Petrie et al., 2004). The resynthesis of muscle glycogen after training, means an increased intake of carbohydrates. The highest values of carbohydrate intake are recorded in endurance sports 352±127 g/day in girls (aged 17.4 ± 1.4), followed by wrestlers 367 ± 123 g/day in pre-competition season, in American footbal 366 ± 170 g/day and in football players, 526 ± 62 g/day (Petrie et al., 2004).

It is still not clear whether the high carbohydrate diet is beneficial for young athletes, especially in sports that last longer than 1-1,5 hours. However, it is recommended that carbohydrate intake, be greater than 50% of the total energy intake. Cereals, vegetables and fruits as the main carriers of carbohydrates, but of vitamins, minerals and dietary fibers, would certainly contribute to providing sufficient energy for work, restoring of muscle glycogen and protection of protein pool in the body.

Fats

Recommendations for fat intake in young athletes are similar to those in adults and amount to 25-30% of the total energy intake. Great importance of essential fatty acids caused the existence of precise recommendations (AI-adequate intake) for intake of this type of fatty acids (Table 1) Intake of saturated fatty acids should not exceed 10% of the total energy intake(Petrie et al., 2004; Aucoturier et al., 2008).

Table 1. Adequate intake of essential fatty acids, by sex and age.

Gender	Age (years)	Linol acid. (g)	Linoleic acid. (g)
F	9-13	10	1
F	14-18	11	1,1
M	9-13	12	1,2
M	14-18	16	1,6

Reduction diets administered in athletes who work to achieve certain BM or body composition, must be based on maintaining a minimum body fat. So for girls, the fat component should not be less than 14% and 7% for boys (Petrie et al., 2004; Aucoturier et al., 2008).

Proteins

The importance of optimal protein intake in athletes during puberty and adolescence is multiple. In addition to general support to growth, amino acid intake is important for the development of muscle mass and overall body fatless components. General rule, by which amino acids shall be used in the best way in the body, satisfaction of energy requirements, in this case, is of primary importance (Horswill, 1990, Roemich et al., 1997).

It is considered that the recommendations for protein intake related to adult athletes, in the amounts of 12-15% of daily energy intake, can be applied in children and adolescents (Petrie et al., 2004).

Table 2. Protein (g $kg^{-1}day^{-1}$) in children and adolescents, calculated as 12-15% of daily energy intake.

Gender, Age	BM (kg)	Energy needs (kcal/day)	Proteins 12-15% (g $kg^{-1}day^{-1}$)
Girl, 9 years	29	1390	1,44-1,78
Adolescent, 18 years	67,2	3804	1,7-2,12

The validity is accepted that the increased energy demands caused by physical training, shall require increased energy intake, and the preserved balance of macronutrients, will mean a proportional increase of protein intake. The data from literature show that in various sports, young athletes' needs for optimal protein intake are satisfied. The greatest protein intake is recorded with hockey players 2.2 ± 0.5 g $kg^{-1}day^{-1}$ (12.5 ± 0.5 yr.), while the lowest amount to 0.96 ± 0.6 g kg^{-1} day^{-1}in wrestlers (16.0 ± 1.9 yr.), in the season when the BM reduction of 3.5% was implemented. In determining the need for proteins in children, many physiologists and nutritionists recommend that the intake be 1,2-1,6 $kg^{-1}day^{-1}$ for endurance sports, and 1,2-1,7 g kg-1 day-1 for power sports (Petrie et al, 2004).

Issues that certainly remain open refer to sports and phases in the training process when there are extremely high energy demands, caused by training and / or when the restriction of energy intake is to be implemented, in order to reduce body fat or to achieve competitive TM. Surely we should examine the situations when difficult sports trainings match with a adolescent growth spurt. Then, it is recommended that protein intake should be at least 1.5 g $kg^{-1}day^{-1}$

Thermoregulation and fluid intake in children and adolescents during sports training

There are several important factors that affect the regulation of body temperature during physical work: age, anthropometric features, maximal oxygen consumption (VO_2 max) and the degree of acclimatization.

The degree of perspiration in pre-puberty boys during exercise, is significantly lower (almost ½) compared to young adult men (Bar-Or, 1989, Inbar et al., 2004; Rowland, 2008). The ratio of body surface and BM is higher compared to the adults, metabolic response is greater compared to BM - the economics of exercise is lower; the cardiac output is reduced, at a given metabolic level and acclimatization to higher temperatures is slower (Bar-Or, 1989; Rowland, 2008). The concentration of electrolytes in the sweat of children is lower (Inbar et al., 2004). Based on these observations the pre-puberty children body is traditionally considered as „less effective in thermoregulation" compared to the adults, with an increased risk of illness caused by overheating. Today, the characteristics of physiological responses and results of exercise, in conditions of high temperature are not clear enough in young people, but the most recent findings indicate that there are significant differences between the adults and the children. The level of dehydration and the risk of diseases caused as a result of heat stress do not differ between children and adults (Inbar et al., 2004; Rowland, 2008).

Table 3. The level of perspiration in children and adolescents in some sports (RV-relative humidity) (Petrie et al., 2004))

Subjects	Type of exercises	Age (years)	Gender (no. Of subjects)	Degree of perspiration (average±SD) (ml/h)	Environment conditions
Triathlon competitors*	Lab duathlon	12,5-14,8	Males (7)	640±370	unknown
Triathlon competitors*	Lab duathlon	12,5-14,8	Fem (8)	510±226	unknown
Triathlon competitors*	Lab duathlon	15,0-17,1	Males (9)	1260±170	unknown
Triathlon competitors*	Lab duathlon	15,0-17,1	Fem (8)	710±379	unknown
Team and individual sports ¤	Lab running, bike	13,0±1	Males (9)	937±342	25,5ºC; PB:27,3%
Team and individual sports¤	Lab running, bike	17,0±1	Fem (6)	567±165	26,5ºC; PB:27,3%
Tennis, wrestling, boxing, track and field and swimming	Ergometer bike, in tropic conditions	11-14	Males (12)	566±110	33,0 ºC; PB:58,5%
Tennis (case study)	Tennis court	17	Males (1)	2500	31,6 ºC; PB:62%

* Significant dependence of the perspiration degree on age

¤ Degree of perspiration was significantly lower in the young compared to the adults in the same training conditions and outer environment.

Based on the fundamental volume of excreted urine of 22 g kg-1 • day-1 and the expected volume determined by the energy consumption in kilocalories, the required fluid intake in young athletes should be determined. Table 3, displays the summary data by the degree of perspiration in young athletes in some sports groups (Petrie et al., 2004).

Fluid intake

Adequate fluid intake during and after sports training is of primary importance for participants' health and for achievement of sports success. Dehydration disrupts the normal function of the cardiovascular system and thermoregulation, which especially in long-term exercising at high temperatures can lead to serious disorders in the body. Fluid loss of 1-2% of BM reduces endurance, causing changes in the CNS. Studies in vitro indicate that dehydration accelerates glycogen and protein disintegration within the cell, which occurs as a result of changed osmolarity. On the contrary, the increase of water content initiates protein synthesis. Greater degree of dehydration in the body was accompanied by serious changes in cell function.

The greatest degree of fluid loss is recorded during physical work, which continuously lasts over 1-1,5 hour. In these circumstances, an adequate fluid intake should be provided prior to, during and after the training/competitions. It is essential that young athletes adopt a plan of fluid intake, which will by its quantity, composition and time of taking maximally reduce the possibility of a significant degree of dehydration. Colored beverages that contain adequate amounts of carbohydrates and sodium chloride (30-80 g/l carbohydrates; NaCl 400-1100 mg/l) are best accepted and can provide compensation for what was lost, and thereby prevent thermal stress. Although the concentration of sodium in children sweat is slightly lower than in adults, great loss of several liters of fluid, by evaporation,

can be accompanied by a significant sodium deficit. Compensation in the period of recovery should include sodium chloride, potassium and magnesium intake, which inter alia, should prevent the occurrence of muscle cramps.

Athletes who need to maintain body mass in certain limits as the ones who are categorized according to body weight (martial arts) often resort to voluntary dehydration, caused by various ways. This practice is risky and results from the ignorance about the procedures for effective and safe reduction of body weight.

Minerals and vitamines

Durable physical work, present in endurance sports, carries a risk of insufficient intake of minerals, which is largely lost by perspiration.

The most common deficits of other minerals in young athletes are related to iron and calcium.

Iron

In the period of puberty, the need for iron increases. The rapid growth of the whole body, muscular mass, increased synthesis of hemoglobin and the appearance of menstruation, are the main factors influencing the increased need for iron intake. Content of iron in the body depends on the intake, absorption and losses from the body. The prevalence of hyposideremian anemia in athletes corresponds to that of non-athletes (Ehn et al., 1980; Lous et al, 1993). Regular endurance training, especially long-term running may predispose to greater iron loss Djordjevic-Nikic, 1995). It is believed that such trainings cause greater degree hemoglobinuria and mioglobinuria, due to increased erythrocytes destruction (hemolysis) and muscle fibers (miolysis) (Peeling et al., 2007). Losses incurred through perspiration and gastrointestinal tract should be added. In some studies with adult athletes a deficit of serum iron in 40% of female and 17% male runners was established, which could not be considered as anemia, but is linked to the decrease in performances (aerobic capacity) relevant for these sports. The incidence of these changes in iron increases as the sports season progresses. Therefore, these athletes are classified in the group „at risk" and they are recommended to increase their iron intake. Recent studies have shown that female athletes with decreased blood content of feritin (≤35mg/l), intramuscular application of iron did not lead to improvement of physical parameters important for long lasting work (submax. and VO2 max, heart frequency or blood lactate). However, it is considered that such intake shall prevent the occurrence of anemia (Peeling et al., 2007). Adequate intake of hem-iron-rich food as well as a good combination of nutrients that should optimize iron absorption (protein, ascorbic acid) will in most cases provide a satisfactory intake of this important mineral. The best predictor of iron status in the body is the proportion of total protein in the diet. On the other hand, carbohydrate and fat intake is negatively correlated with plasma feritine.

Heavier menstrual bleeding in young female athletes involved in activities that require a low energy intake up to 2000 kcal/day may present a problem.

In majority of other sports, the increased energy intake provides a satisfactory iron intake.

Hematological parameters and physical performance are factors which determine circumstances for taking the pharmaceutical iron preparations.

Calcium

Physical exercise has no direct influence on the content of calcium in the body. However, it is important to recall that the satisfactory intake and utilization of calcium till the age of 25, guarantees bone health at later age. Female athletes in aesthetic sports (gymnastics, figure skating, ballet, etc.) are often recognized as a group at risk for the occurrence and development of osteopenia and stress fractures. Insufficient calcium content in bones is often accompanied by malnutrition and estrogen deficiency. Female athletes, which began with extensive training in pre-puberty period and continue with them during puberty, often with insufficient energy intake, are a risk group for development of osteopenia and other undesirable phenomena. Prolonged energy intake deficit is conditioned by large energy consumption during sports training, followed by a low values of body fat. The result of these body changes is a delayed start and slowed progression of puberty (Capust et al., 2000; Fialaire et al., 2002; Loucks et al., 2007). It is believed that increased calcium intake (up to 1500 mg daily), with the satisfaction of energy needs shall enable prevention or repair such a situation in female athletes' body.

Nutritional supplementation

Use of nutritional supplements of vitamins/ minerals, is getting more frequent among young athletes, especially adolescents. In the United States the frequency of use of this kind of supplements is about 46% (Petrie et al, 2004). Despite the growing interest in supplements, the research so far have not proven that supplements consumers have any benefits from supplement use (Petrie et al., 2004, Calf et al., 2006, Armstrong et al., 1996). Favorable effects on overall growth and sporting success in healthy normal weight young athletes were not determined. Female athletes usually opt for supplements, which in their opinion, should ensure recovery, strengthening of the immune system and health care. Athletes motives for taking nutritional supplements primarily refer to achievement improvement (Nutrition ergogens) (Calf et al., 2006). In both genders a high prevalence of use of vitamin/mineral substances is present. Nutritional supplementation is often irrational and ungrounded by real needs of athletes.

The most common supplementation in children and adolescent athletes is justified in periods when it comes to the reduction or maintaining low body weight, accompanied by insufficient energy intake (sports ranked according to BM, aesthetic sports, etc.). There are also situations which require extremely large energy needs, frequent training sessions and short recovery time.

Supplementation risks related to excessive intake (competition between nutrients), as well as the presence of harmful and doping substances in nutritional additives (Calf et al., 2006; Armstrong et al., 1996).

CONCLUSION

Satisfaction of nutritional needs of children is one of the basic prerequisites of achieving a genetic predisposition for growth and development during adolescence. Energy of muscle contraction, physiological and anatomical characteristics of the child body and response to heavy physical work, have their specificities, which have not been yet sufficiently studied. General recommendations for macronutrients intake, with young athletes, do not differ significantly from those that exist for adults. Particularly significant is the importance of meeting the need for protein, iron and calcium in the period of adolescent growth spurt. Compensation of fluid and electrolytes during prolonged activities, shall prevent occurrence of complications of heat stress. Heavy sports training, which begin in pre-puberty, as well as those that require a certain body mass / composition carry the risk of energy/nutritional deficits and growth inhibition. Nutrition of young athletes should be designed based on the results of growth and sexual development of young athletes, with simultaneous assessment of training requirements.

REFERENCES

1. Armstrong, L. E., Maresh, C. M. (1996). Vitamin and mineral supplementation as nutritional aids to exercise performance and health. *Nutritional Reviews*, 54(4), 149-158.
2. Aucoturier, J., Baker, J. S., Duche, P. (2008). Fat and carbohydrate metabolism during submaximal exercise in children. *Sports Med*, 38(3), 213-238.
3. Benjamin, U. J. (2007). The female adolescent athlete: specific concerns. *Pediatric Annals*, 36(11), 719-727.
4. Boisseau, N., Delamarche, P. (2000). Metabolic and hormonal responses to exercise in children and adolescents. *Sports Med*, 30(6), 405-422.
5. Bor-Or, O. (1989). Temperature regulation during exercise in children and adolescents. In: *Perspectives in Exercise Science and Sports Medicine. Youth exercise and Sport,* 2, 335-368.
6. Gordon, K. J., Micheli, L. J., Field, A. E. (2005). Correlates of stress fractures among preadolescent and adolescent girls. *Pediatrics*, 115(4), 399-406.

7. Daly, R. M., Caine, D. C. (2002). Does training affects growth? *The Physical and Sports-medicine*, 30(10)

8. Ђорђевић-Никић, М. (1995). Анализа динамике физичког и биолошког развоја деце основно-школског узраста. *Магистарски рад*, Београд, Медицински факултет.

9. Ђорђевић-Никић, М. (1995). Анемија код спортиста и суплементација гвожђем. *Физичка култура*, 3-4, 245-249.

10. Ehn, L., Clarkman, B., Haglund, S. (1980). Iron status in athletes involved in intense physical activity. *Med.Sci: Sports Exercise*, 12, 61.

11. Inbar, O., Morris, N., Epstein, Y., Gass, G. (2004). Comparasion of thermoregulatory responses to exercise in dry heat among prepubertal boys, young adults and older males. *Exp. Physiol,* 89.6, 691-700.

12. Louse, M., Read, R. (1993). Dietary supplements in Sports. *Sports Medicine*, 15(1), 43-65.

13. Loucks, A. B. (2007). Refutation of „myth of the female athlete trade". *Br J Sports Med*, 41, 55-57.

14. Милановић, И., Радисављевић, С. (2008). Спортско ангажовање ученика основних школа у Србији. *Физичка култура*, Македонија

15. Nieper, A. (2005). Nutritional supplementation practices in UK junior national track and field athletes. *British Journal of Sports Med*, 39, 645-649.

16. Peeling, P., Blee, T., Goodman, C., Dawson, B.(2007). Effect of iron injections on aerobic-exercise performance of iron-depleted female athletes. *Sport nutrition and exercise metabolism*, 17(3), 221-232.

17. Petrie, H. J., Stover, E. A., Horswell, C. A. (2004). Nutritional concerns for the child and adolescent competitor. *Nutrition*, 20(7/8).

18. Rivera-Brown, A., Gutierrez., R., Gutierrez, R., Frontera, W., Bar-Or, O. (1999). Drink composition, voluntary drinking, and fluid balance in exercising, trained, hear-acclimatized boys. *J Appl Physiol*, 86-78.

19. Roemich, J. N., Sinning, W. E. (1997). Weight loss and wrestling training: effects on nutrition, growth, maturation, body composition, and strength. *J Appl Physiol*, 82, 1751-1759.

20. Rowland, T. (2008). Termoregulation during exercise in the heat in children; old concepts revised. *J Appl Physiol*, 105, 718-724.

21. Telford, R. D., Catchpole E. A., Deakin, V., Hahn, A. G. (1992). The effects of 7 or 8 month of vitamin/mineral supplementation on the athletic performance. *Int J Sports Nutr*, 2, 135.

22. Unithan, V. B., Goulopoulou, S. (2004). Nutrition for pediatric athlete. *Curr Sports Med Rep*, 3(4), 206-211.

23. Fialaire, E., Lac, G. (2002). Nutritional status and the body composition of juvenile elite female gymnasts. *J Sports Med Physical Fit*, 42(1), 65-70.

24. Horswill, C. A. (1990). Changes in the protein nutritional status of adolescent wrestlers. *Med Sci Sports Exerc*, 22(5), 599-604.

25. Calfee, R., Fadale, P. (2006). Popular ergogenic drugs and supplements in young athletes. *Pediatrics*, 117(3), e577-e589.

26. Capust, A., D´Alessandro, S., Castrogiovanni, S. (2000). Nutritional survay in elite rhytmic gymnasts. *J Sport Med and Physical Fit*, 40(4), 350-356.

Marina Djordjevic-Nikic, PhD, MD,
University of Belgrade, Faculty of Sport and Physical Education
Blagoja Parovića 156
marina.nikic@dif.bg.ac.rs