



Розрахункові оцінки добових енерговитрат як основа для обґрунтування норм харчування юних спортсменів

For cite: Zdorov'e rebenka. 2018;13(6):545-552. doi: 10.22141/2224-0551.13.5.2018.143156

Резюме. Актуальність. Особливості добових енерговитрат як показника рівня навантажень і основи для наукового обґрунтування норм харчування юних спортсменів — вихованців училищ фізичної культури залишаються недостатньо вивченими. **Мета дослідження:** визначити добові енерговитрати залежно від статі, віку, обраного виду спорту, тривалості тренувань і обґрунтувати норми фізіологічних потреб в енергії юних спортсменів. **Матеріали та методи.** На основі визначення маси тіла і зросту розраховані за рекомендаціями Продовольчої і сільськогосподарської організації ООН/Всесвітньої організації охорони здоров'я і груп закордонних експертів добові енерговитрати 1247 вихованців училища-інтернату фізичної культури (812 хлопців і 435 дівчат) — представників 14 видів спорту віком 12–17 років. **Результати.** Добові енерговитрати юних спортсменів-хлопців зазвичай вищі, ніж у дівчат, і збільшуються у 13–16 років, у дівчат — у 13–14 років і залежать від інтенсивності та тривалості тренувань. **Висновки.** Добові енерговитрати вищі у юних греців, легкоатлетів, футболістів і нижчі у стрільців і лучників. Обґрунтовані норми фізіологічних потреб в енергії юних спортсменів залежно від статі, віку, рівня фізичних навантажень у різних видах спорту і тривалості тренувань.

Ключові слова: діти-спортсмени; добові енерговитрати; фізіологічні потреби в енергії

Вступ

Властива сучасному дитячо-юнацькому спорту інтенсифікація навчально-тренувального процесу, спрямована на досягнення високих спортивних результатів, призводить до збільшення навантажень на дитячий організм і може спричинити виникнення у юних спортсменів метаболічних, морфофункціональних порушень, донозологічних станів і захворювань [1, 2]. Власні дослідження опосередковано вказують на зв'язок стану здоров'я юних спортсменів з інтенсивністю та тривалістю навантажень в різних видах спорту [3]. Однак вивченню добових енергетичних витрат як показника рівня навантажень і основи для наукового обґрунтування норм харчування юних спортсменів в літературі не приділяється належної уваги. За відсутності сучасних даних про енерговитрати юних спортсменів чинними залишаються норми харчування в училищах фізичної куль-

тури [4], попри затвердження нових норм фізіологічних потреб населення України, у тому числі дітей і підлітків, в основних харчових речовинах і енергії [5].

За оцінками експертів Продовольчої і сільськогосподарської організації ООН (ФАО)/Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ), достатньо репрезентативними і доступними є розрахункові методи оцінки енерговитрат на основі метаболічних еквівалентів діяльності (metabolic equivalents of task — MET), що характеризують рівень енерговитрат при фізичних навантаженнях і дорівнюють безрозмірному співвідношенню швидкості метаболізму під час виконання певної діяльності до величини основного обміну [6–8].

Мета дослідження: визначити добові енерговитрати залежно від статі, віку, обраного виду спорту, тривалості тренувань і обґрунтувати норми фізіологічних потреб в енергії юних спортсменів.

Матеріали та методи

Добові енерговитрати 1247 вихованців училища-інтернату фізичної культури (812 хлопців і 435 дівчат) — представників 14 видів спорту віком 12–17 років визначали розрахунковим методом за рекомендаціями ФАО/ВООЗ [6]. За показниками маси тіла W (кг) і зросту H (м) учня, вимірними загальноприйнятими антропометричними методами, і рівняннями $17,5W + 651$, або $16,6W + 77H + 572$ для хлопців і $12,2W + 746$ або $7,4W + 482H + 217$ для дівчат за допомогою програми Microsoft Excel визначали добовий основний обмін і його величину за годину (basal metabolic rate — BMR). Сума добутків BMR на MET і тривалість різних видів діяльності впродовж доби з доданими енерговитратами на ріст (1,9 ккал/кг маси тіла у 12–15 років, 0,95 ккал/кг у 15 років і 0,47 ккал/кг у 16–17 років) дорівнювала добовим енерговитратам учня. Значення енерговитрат на ріст, MET сну, діяльності низької та помірної активності обрано за рекомендаціями [6], MET у різних видах спорту — за компендіумами фізичної активності молоді, розробленими Американською асоціацією з дослідження ожиріння дітей [9], Австралійським статистичним бюро [10] і K. Ridley et al. [11]. За розбіжних значень MET певного виду спорту в зазначених джерелах як базове приймалося його хронологічно найновіше значення, що відповідало помірній інтенсивності тренувань. Тривалість різних видів діяльності вихованців визначали за офіційно затвердженим в училищі режимом дня.

Для всіх статевих-вікових і статевих-віково-профільних груп вихованців, сформованих з урахуванням принципів вікового групування дітей шкільного віку (інтервал в один рік із відхиленнями в обидві сторони у 6 місяців), за допомогою програми Microsoft Excel розраховували середні добові енерговитрати M , їх середньоквадратичні відхилення σ і похибки m . Вірогідність різниці показників оцінювали за критерієм Стьюдента [12].

Результати

Режим перебування вихованців в інтернаті, трансформований за рівнем активності при виконанні різних видів діяльності, наведений у табл. 1. До діяльності низької активності віднесено перебування у школі (уроки, індивідуальні і групові заняття, консультації, щотижневі виховні години і загальношкільні заходи), самопідготовку до занять, організоване дозвілля в інтернаті (перегляд кіно-

фільмів, телепередач тощо), триразове приймання їжі, вільний час і відпочинок; помірної активності — ранковий і вечірній туалет, пересування від гуртожитку та їдальні до навчального корпусу і місць тренувань, перевдягання до і після тренувань; високої активності — тренування і змагання.

У вівторок, середу і п'ятницю за найбільшої протягом тижня тривалості тренувань вихованців усіх вікових груп (18,75 % часу) діяльність низької та помірної активності скорочувалася (до 38,5 і 6,25 % відповідно), передусім за рахунок перебування у школі до 4 уроків і перерв на пересування та перевдягання. З метою виконання вимог навчальних програм учнями 7–11 класів кількість уроків у понеділок і четвер збільшувалася до 7–8, чотири уроки проводилися у суботу, через що тривалість діяльності низької активності істотно, а помірної активності несуттєво (окрім четверга) збільшувалася (до 42,7–49 і 9,4–10,4 %), зменшувалася час тренувань (до 8,3–15,6 %). Пізніший, ніж в інші дні, відбій у суботу (на 1,0 год) і підйом у неділю (на 1,25 год) призводив до скорочення сну у суботу і подовження його у неділю за протилежних змін часу активної діяльності учнів у ці дні. Кожної другої суботи за рахунок скорочення тренувань (на 1,5 год) подовжувався вільний час і відпочинок. У неділю час тренувань скорочувався до мінімального протягом тижня (6,25 %), кожної другої неділі тренування не проводилися, а вивільнений час відводився на самопідготовку, що суттєво не впливало на співвідношення низької та помірної активності у цей, вільний від шкільних занять і тренувань, вихідний день (табл. 1).

Добовий основний обмін, розрахований за двома рівняннями, виявився практично тотожним у вихованців усіх статевих-вікових груп, що підтверджує висновок рекомендацій [6] про домінуючий вплив маси тіла і неістотний вплив зросту на показники основного обміну. Середні розрахункові показники основного обміну вірогідно збільшувалися з віком у 13–16-річних хлопців, стабілізувалися у 17 років і становили близько 1400–1500 ккал у 12–13 років, 1600–1700 ккал — у 14–15 років і 1800–1900 ккал — у 16–17 років, збільшуючись щороку приблизно на 100 ккал. Основний обмін дівчат, вірогідно нижчий, ніж у хлопців, через меншу масу тіла [13], вірогідно збільшувався у 13–14 років, надалі стабілізувався і становив близько 1300–1400 ккал у 12–13 років і 1400 ккал у 14–17 років (табл. 2), що узгоджується з динамікою маси тіла обстежуваного контингенту [13]. При цьому середньорічні прирости основного

Таблиця 1. Тривалість різних видів діяльності учнів (год) за ступенем фізичної активності впродовж тижня і відповідні їм метаболічні еквіваленти діяльності (MET)

Активність	Дні тижня							MET, хлопці/ дівчата [джерело]
	Понеділок	Вівторок, середа, п'ятниця	Четвер	Субота		Неділя		
				I	II	I	II	
Сон	8,75	8,75	8,75	7,75	7,75	10	10	1 [6]
Низька	10,75	9,25	10,75	10,25	11,75	10,25	11,75	1,6/1,5 [6]
Помірна	2,5	1,5	1,5	2,25	2,25	2,25	2,25	2,5/2,2 [6]
Висока (тренування)	2	4,5	3	3,75	2,25	1,5	–	За видом спорту [9–11]

обміну хлопців збільшувалися у 13–15 років (від 75 до 120 ккал) і зменшувалися у 16–17 років (до 80 і 40 ккал), у дівчат зменшувалися від максимального рівня у 13 років (60 ккал) до незначного у 14–17 років (10–30 ккал), що узгоджується з особливостями пубертатного періоду у хлопців і дівчат [14]. Вірогідно вищим за середні показники вихованців відповідних статевих-вікових груп видався основний обмін 14–17-річних ватерполістів, 15-річних гребців (на 90–125 ккал), 13–17-річних гандболісток і 14–16-річних саночниць (на 40–80 ккал) з більшою масою тіла, нижчим — 13-річних футболістів, 14-річних борців, 15–16-річних п'ятиборців, 13–15-річних гімнасток, 13–14-річних борчинь і 14-річних п'ятиборок (на 50–100 ккал) з меншою масою тіла. Основний обмін 13–16-річних футболістів, 14- і 16-річних ватерполістів, 15-річних велосипедистів, борців і фехтувальників, 16-річних п'ятиборців, 15–16-річних гімнасток, 14-річних борчинь вірогідно перевищував показники молодших спортсменів. У дівчат, окрім 13-річних, він був істотно нижчим, ніж у хлопців однакових спортивних профілів (серед 12-річних такі відсутні). Порівняно з вихованцями відповідних статевих-вікових груп максимальні прирости основного обміну були вищими у 14-річних легкоатлетів і ватерполістів (на 180 і 150 ккал), 15-річних боксерів і п'ятиборців (на 210 і 150 ккал), 13-річних гандболісток (на 80 ккал) або зміщувалися на пізніший вік у борців, гребців і саночників (16 років), борчинь (14 років), гребчинь і п'ятиборок (15 років), що зумовлено особливостями динаміки маси тіла цих спортсменів.

У дні, вільні від тренувань, середні розрахункові показники добових енерговитрат вірогідно збільшувалися з віком у 13–16-річних хлопців, становили близько 2100–2300 ккал у 12–13 років, 2400–2600 ккал — у 14–15 років, 2600–2700 ккал — у 16–17 років і незалежно від віку та спортивного профілю перевищували основний обмін в 1,45–1,5 раза ($p < 0,001$). Енерговитрати дівчат у ці дні були вірогідно меншими, ніж у хлопців, унаслідок нижчих показників основного обміну і МЕТ (1,6 і 2,5 —

у хлопців, 1,5 і 2,2 — у дівчат при низькій і помірній активності [6]), збільшувалися з віком лише у 13–14 років, надалі стабілізувалися, становили близько 1900–2000 ккал у 12–13 років і 2000 ккал у 14–17 років (табл. 3) і перевищували основний обмін в 1,38–1,43 раза ($p < 0,001$). При цьому середньорічні прирости енерговитрат хлопців збільшувалися у 13–14 років (від 115 до 180 ккал) і зменшувалися у 15–17 років (від 120 до 50 ккал), у дівчат зменшувалися від максимального рівня у 13 років (100 ккал), майже наполовину у 14 років і надалі були незначними. Енерговитрати спортсменів вищезгаданих статевих-віково-профільних груп з більшим основним обміном видалися вірогідно вищими за середні показники вихованців відповідних статевих-вікових груп (на 140–190 ккал у хлопців і 60–130 ккал у дівчат), спортсменів з меншим обміном — нижчими (на 70–160 ккал). Енерговитрати 13–16-річних футболістів, 14-річних ватерполістів і борчинь вірогідно перевищували показники молодших спортсменів. Енерговитрати 14–17-річних дівчат усіх спортивних профілів, 13-річних гребчинь і борчинь були істотно нижчими, ніж у хлопців відповідних профілів. Порівняно з вихованцями відповідних статевих-вікових груп максимальні прирости енерговитрат видалися вищими у 14-річних легкоатлетів і ватерполістів (на 280 і 240 ккал), 15-річних боксерів і п'ятиборців (на 270 і 180 ккал), 13-річних гандболісток (на 120 ккал) або припадали на пізніший вік у велосипедистів, гребців, саночників (16 років), фехтувальників (17 років) і п'ятиборок (15 років), що зумовлено особливостями динаміки основного обміну цих спортсменів.

У дні з мінімальною тривалістю тренувань середні розрахункові показники добових енерговитрат вірогідно збільшувалися з віком у 13–16-річних хлопців, у дні з максимальною їх тривалістю — у хлопців усіх вікових груп, становили близько 2500–2700 і 3300–3500 ккал у 12–13 років, 2800–3000 і 3600–3800 ккал — у 14–15 років, 3100 і 3900–4000 ккал — у 16–17 років і перевищували основний обмін в 1,68–1,76 і 2,15–2,32 раза у відповідні дні ($p < 0,001$).

Таблиця 2. Середні показники основного обміну ($M \pm m$, ккал/добу) вихованців залежно від статі, віку та обраного виду спорту

Вік, роки	Хлопці						Дівчата					
	Разом		Водне поло		Футбол		Разом		Гандбол		Гімнастика	
	N	$M \pm m$	N	$M \pm m$	N	$M \pm m$	N	$M \pm m$	N	$M \pm m$	N	$M \pm m$
12	29	1438 \pm 20 ³	6	1523 \pm 65	22	1409 \pm 16	12	1302 \pm 23	6	1346 \pm 49	3	1217 \pm 47
13	115	1513 \pm 16 ^{1,3}	24	1596 \pm 44	70	1468 \pm 14 ^{1,2}	58	1366 \pm 12 ¹	22	1427 \pm 18 ²	7	1268 \pm 29 ²
14	177	1628 \pm 15 ^{1,3}	32	1749 \pm 38 ^{1,2}	75	1594 \pm 16 ¹	96	1396 \pm 9 ¹	24	1468 \pm 15 ²	9	1303 \pm 21 ²
15	197	1745 \pm 13 ^{1,3}	26	1839 \pm 33 ²	63	1736 \pm 17 ¹	115	1411 \pm 7	17	1494 \pm 17 ²	13	1356 \pm 13 ^{1,2}
16	173	1825 \pm 13 ^{1,3}	18	1941 \pm 35 ^{1,2}	46	1828 \pm 17 ¹	94	1431 \pm 7 ¹	12	1514 \pm 25 ²	8	1399 \pm 16 ¹
17	121	1861 \pm 16 ³	12	1985 \pm 52 ²	29	1858 \pm 20	60	1440 \pm 9	4	1494 \pm 26 ²	3	1398 \pm 37

Примітки: тут і в табл. 3: різниця вірогідна ($0,001 > p < 0,05$) порівняно з показником: ¹ — попередньої вікової групи; ² — усіх вихованців цієї статевих-вікової групи; ³ — дівчат цього віку.

Енерговитрати дівчат, надалі вірогідно нижчі, ніж у хлопців, збільшувалися з віком у 13–14 років, стабілізувалися у старших групах, становили за відповідної тривалості тренувань близько 2100–2200 і 2700–2800 ккал у 12–13 років, 2300 і 2900 ккал — у 14–17 років (табл. 4, 5) і перевищували основний обмін в 1,59–1,65 і 2,03–2,11 раза ($p < 0,001$). При цьому за мінімальної тривалості тренувань середньорічні прирости енерговитрат хлопців збільшувалися у 13–14 років (від 135 до 165 ккал), за максимальної їх тривалості — у 13–15 років (від 120 до 210 ккал) і зменшувалися у старших групах (від 140–150 до 50–60 ккал), у дівчат не відрізнялися від приростів у дні, вільні від тренувань.

За мінімальної та максимальної тривалості тренувань енерговитрати легкоатлетів усіх вікових груп (МЕТ при помірній інтенсивності тренувань незалежно від статі становить 7,0 [9–11]) перевищували їх основний обмін в 1,79–1,84 і 2,56–2,61 раза, гребців (МЕТ 7,0) — в 1,79–1,84 і 2,47–2,52 раза, футболістів (МЕТ 6,6) — в 1,76–1,81 і 2,39–2,44 раза, борців (МЕТ 4,0) — в 1,60–1,65 і 1,90–1,95 раза, стрільців (МЕТ 2,5) — в 1,51–1,56 і 1,62–1,67 раза, гребчинь і легкоатлеток — в 1,72–1,77 і 2,41–2,46 раза, гандболісток (МЕТ 5,7) — в 1,64–1,69 і 2,17–2,22 раза, борчинь і гімнасток (МЕТ 4,0) — в 1,53–1,59 і 1,85–1,90 раза. Залежно від тривалості тренувань вірогідно вищими за середні показники вихованців відповідних статевих вікових груп видалися енерговитрати спортсменів з більшим МЕТ (гребців усіх вікових груп на 350–650 і 800–1050 ккал, 14–17-річних легкоатлетів — на 200–300 і 500–850 ккал, гребчинь і легкоатлеток — на 150–300 і 500–650 ккал), нижчими — спортсменів з меншим МЕТ (15–17-річних стрільців, 14–16-річних борців, гімнасток і борчинь усіх вікових груп на 100–300 ккал при мінімальній тривалості тренувань, стрільців, борців, борчинь і гімнасток усіх вікових груп — на 700–1000, 550–600 і 300–450 ккал відповідно при максимальній їх тривалості). За мінімальної тривалості тренувань енерговитрати вірогідно перевищували показники молодших спортсменів у 13–16-річних футболістів, 14- і 16-річних ватерполістів, 15-річних борців, велоси-

педистів і фехтувальників, 14-річних гандболісток і борчинь, за максимальної їх тривалості — у спортсменів перелічених профілів, зокрема футболістів усіх вікових груп, 15–16-річних велосипедистів, 15–17-річних фехтувальників, 13–14-річних гандболісток, а також у 14-річних легкоатлетів, 15-річних боксерів, 16-річних п'ятиборців і гімнасток. Енерговитрати 14–17-річних дівчат усіх спортивних профілів, 13-річних гребчинь і борчинь були істотно нижчими, ніж у хлопців відповідних профілів. Максимальні прирости енерговитрат також залежали від тривалості тренувань і виявилися вищими, ніж у вихованців відповідних статевих вікових груп, у 14-річних легкоатлетів (340 і 480 ккал), ватерполістів (260 і 310 ккал) і футболістів (230 і 310 ккал), 15-річних боксерів (320 і 410 ккал) і п'ятиборців (230 і 310 ккал), 13-річних гандболісток (150 і 190 ккал) або припадали на пізніший вік у гребців і саночників (16 років), фехтувальників (17 років) і п'ятиборок (15 років).

Обговорення

За розрахунковими оцінками формування добових енерговитрат юних спортсменів — вихованців училища-інтернату фізичної культури, зумовлене режимом навчально-тренувального процесу, відбувається за трьома принципово відмінними варіантами. За першим варіантом режиму у вихідні дні, вільні від шкільних занять і тренувань, юні спортсмени різного віку витрачають енергію переважно на діяльність низької активності (52,3–53,9 і 51,4–53,4 % добових енерговитрат хлопців і дівчат відповідно) і під час сну (27,9–28,7 і 29,2–30,3 %), значно менше — на діяльність помірної активності (15,6–16,2 і 14,4–15,0 %), зовсім мало — на процеси росту (1,2–4,3 і 1,3–5,0 %). Діяльність високої активності у ці дні відсутня. За другим варіантом режиму у вихідні дні з мінімальною протягом тижня тривалістю тренувань (1,5 год) суттєво зменшуються енерговитрати спортсменів на діяльність низької активності (38,9–40,7 %), незначно — на сон (23,7–24,8 і 25,3–26,2 %), діяльність помірної активності (13,3–14,0 і 12,5–12,9 %) і процеси росту (1,0–3,8 і 1,1–4,3 %),

Таблиця 3. Середні показники добових енерговитрат ($M \pm m$, ккал) вихованців у дні, вільні від тренувань, залежно від статі, віку та обраного виду спорту

Вік, роки	Хлопці						Дівчата					
	Разом		Водне поло		Футбол		Разом		Гандбол		Гімнастика	
	N	$M \pm m$	N	$M \pm m$	N	$M \pm m$	N	$M \pm m$	N	$M \pm m$	N	$M \pm m$
12	29	2148 ± 303	6	2278 ± 101	22	2103 ± 25	12	1850 ± 43	6	1916 ± 75	3	1718 ± 72
13	115	2263 ± 25 ^{1,3}	24	2392 ± 67	70	2194 ± 22 ^{1,2}	58	1946 ± 19 ¹	22	2039 ± 27 ²	7	1795 ± 43 ²
14	177	2440 ± 23 ^{1,3}	32	2629 ± 58 ^{1,2}	75	2388 ± 25 ¹	96	1994 ± 13 ¹	24	2102 ± 22 ²	9	1848 ± 32 ²
15	197	2562 ± 20 ^{1,3}	26	2703 ± 49 ²	63	2549 ± 25 ¹	115	1966 ± 10	17	2085 ± 25 ²	13	1844 ± 19 ²
16	173	2649 ± 19 ^{1,3}	18	2819 ± 52 ²	46	2654 ± 24 ¹	94	1969 ± 10	12	2084 ± 35 ²	8	1923 ± 22
17	121	2702 ± 23 ³	12	2883 ± 77 ²	29	2698 ± 29	60	1981 ± 12	4	2056 ± 37	3	1922 ± 51

Таблиця 4. Середні показники добових енерговитрат ($M \pm m$, ккал) вихованців за найменшої тривалості тренувань (1,5 год) залежно від статі, віку та обраного виду спорту

Вік, роки	N	$M \pm m$	N	$M \pm m$	N	$M \pm m$	N	$M \pm m$	N	$M \pm m$	N	$M \pm m$
Хлопці												
	Разом		Веслування		Легка атлетика		Футбол		Кул. стрільба		Боротьба	
12	29	2523 \pm 28 ³	–	–	–	–	22	2543 \pm 23	–	–	–	–
13	115	2658 \pm 23 ^{1,3}	3	3294 \pm 236 ^{2,3}	4	2786 \pm 162	70	2653 \pm 20 ¹	2	2559 \pm 218	7	2520 \pm 183 ³
14	177	2822 \pm 21 ^{1,3}	4	3290 \pm 152 ^{2,3}	6	3125 \pm 97 ^{2,3}	75	2886 \pm 23 ^{1,2}	9	2683 \pm 108	29	2514 \pm 57 ^{2,3}
15	197	2971 \pm 19 ^{1,3}	7	3378 \pm 62 ^{2,3}	10	3187 \pm 57 ^{2,3}	63	3091 \pm 24 ^{1,2}	12	2733 \pm 76 ²	30	2697 \pm 66 ¹⁻³
16	173	3075 \pm 18 ^{1,3}	5	3549 \pm 122 ^{2,3}	11	3258 \pm 36 ^{2,3}	46	3225 \pm 23 ^{1,2}	15	2773 \pm 57 ²	21	2836 \pm 80 ^{2,3}
17	121	3129 \pm 22 ³	5	3458 \pm 103 ^{2,3}	6	3319 \pm 56 ^{2,3}	29	3278 \pm 27 ²	4	2843 \pm 78 ²	13	2906 \pm 123 ³
Дівчата												
	Разом		Веслування		Легка атлетика		Гандбол		Боротьба		Гімнастика	
12	12	2146 \pm 42	–	–	1	2376	6	2269 \pm 70	2	2015 \pm 33 ²	3	1909 \pm 67 ²
13	58	2244 \pm 18 ¹	3	2507 \pm 51 ²	2	2497 \pm 29 ²	22	2414 \pm 26 ²	13	2045 \pm 24 ²	7	1994 \pm 41 ²
14	96	2299 \pm 13 ¹	8	2470 \pm 30 ²	7	2444 \pm 38 ²	24	2487 \pm 21 ^{1,2}	24	2153 \pm 22 ^{1,2}	9	2051 \pm 30 ²
15	115	2281 \pm 10	10	2483 \pm 20 ²	16	2437 \pm 26 ²	17	2476 \pm 23 ²	30	2151 \pm 18 ²	13	2096 \pm 17 ²
16	94	2280 \pm 9	7	2457 \pm 23 ²	12	2465 \pm 29 ²	12	2482 \pm 32 ²	20	2156 \pm 18 ²	8	2142 \pm 21 ²
17	60	2294 \pm 11	5	2460 \pm 38 ²	8	2496 \pm 46 ²	4	2447 \pm 35 ²	13	2176 \pm 23 ²	3	2140 \pm 48 ²

Примітки: тут і в табл. 5: різниця вірогідна ($0,001 > p < 0,05$) порівняно з показником: ¹ – попередньої вікової групи; ² – усіх вихованців цієї статеві-вікової групи; ³ – дівчат цього віку і спортивного профілю.

Таблиця 5. Середні показники добових енерговитрат ($M \pm m$, ккал) вихованців за найбільшої тривалості тренувань (4,5 год) залежно від статі, віку та обраного виду спорту

Вік, роки	N	$M \pm m$	N	$M \pm m$	N	$M \pm m$	N	$M \pm m$	N	$M \pm m$	N	$M \pm m$
Хлопці												
	Разом		Веслування		Легка атлетика		Футбол		Кул. стрільба		Боротьба	
12	29	3340 \pm 24 ³	–	–	–	–	–	3428 \pm 20	–	–	–	–
13	115	3458 \pm 20 ^{1,3}	3	4509 \pm 203 ^{2,3}	4	3959 \pm 140	2	3576 \pm 18 ^{1,2}	7	2984 \pm 158 ^{2,3}	2	2750 \pm 188 ²
14	177	3595 \pm 18 ^{1,3}	4	4503 \pm 131 ^{2,3}	6	4437 \pm 84 ¹⁻³	9	3887 \pm 20 ^{1,2}	29	2977 \pm 50 ^{2,3}	9	2882 \pm 94 ²
15	197	3803 \pm 16 ^{1,3}	7	4646 \pm 53 ^{2,3}	10	4548 \pm 49 ^{2,3}	12	4181 \pm 20 ^{1,2}	30	3203 \pm 57 ¹⁻³	12	2940 \pm 65 ²
16	173	3944 \pm 15 ^{1,3}	5	4894 \pm 104 ^{2,3}	11	4665 \pm 31 ^{2,3}	15	4374 \pm 19 ^{1,2}	21	3373 \pm 68 ^{2,3}	15	2986 \pm 49 ²
17	121	4001 \pm 18 ^{1,3}	5	4768 \pm 88 ^{2,3}	6	4751 \pm 47 ^{2,3}	4	4445 \pm 23 ^{1,2}	13	3456 \pm 105 ^{2,3}	4	3061 \pm 67 ²
Дівчата												
	Разом		Веслування		Легка атлетика		Гандбол		Боротьба		Гімнастика	
12	12	2743 \pm 37	–	–	1	3306	6	2982 \pm 61 ²	2	2420 \pm 29 ²	3	2294 \pm 58 ²
13	58	2845 \pm 16 ¹	3	3485 \pm 45 ²	2	3473 \pm 25 ²	22	3170 \pm 23 ^{1,2}	13	2455 \pm 26 ²	7	2394 \pm 36 ²
14	96	2916 \pm 11 ¹	8	3435 \pm 27 ²	7	3400 \pm 33 ²	24	3265 \pm 19 ^{1,2}	24	2582 \pm 19 ^{1,2}	9	2464 \pm 26 ²
15	115	2917 \pm 8	10	3471 \pm 18 ²	16	3408 \pm 22 ²	17	3266 \pm 20 ²	30	2589 \pm 15 ²	13	2526 \pm 15 ²
16	94	2907 \pm 8	7	3444 \pm 20 ²	12	3458 \pm 25 ²	12	3284 \pm 28 ²	20	2601 \pm 16 ²	8	2584 \pm 18 ^{1,2}
17	60	2926 \pm 9	5	3449 \pm 32 ²	8	3501 \pm 40 ²	4	3237 \pm 30 ²	13	2627 \pm 20 ²	3	2582 \pm 41 ²

натомість 19,5–20,6 і 18,9–19,6 % енергії витрачається на тренування. За третім варіантом режиму у будні дні тричі на тиждень енерговитрати на тренування збільшуються більш ніж удвічі (45,6–48,5 і 47,1–49,1 %) за рахунок істотного зменшення енерговитрат на діяльність низької активності (26,6–28,5 і 25,6–27,8 %), сон (15,7–16,9 і 16,2–17,5 %), помірну активність (6,7–7,2 і 6,1–6,6 %) при майже незмінних енерговитратах на ріст (0,8–2,9 і 0,9–3,4 %). Збіжні співвідношення властиві хлопцям і дівчатам усіх спортивних профілів.

Добові енерговитрати юних спортсменів у вихідні, вільні від тренувань, дні тісно пов'язані з основним обміном, який передусім залежить від маси тіла, і зазвичай вищі у хлопців, ніж у дівчат (окрім 13-річних з практично тотожними середніми показниками маси тіла [13]), спортсменів деяких профілів з більшою масою тіла та збільшуються з віком у 13–16-річних хлопців і лише у 13–14-річних дівчат, стабілізуючись у старших вікових групах, що узгоджується з динамікою маси тіла обстежуваного контингенту [13] і особливостями пубертатного періоду у хлопців і дівчат [14]. Підтвердженням цьому служить відповідна динаміка середньорічних приростів енерговитрат. Добові енерговитрати у ці дні перевищують основний обмін в 1,45–1,50 раза у хлопців і 1,38–1,43 раза у дівчат, що підтверджує висновок рекомендацій [6] про визначальну роль основного обміну у формуванні добових енерговитрат дітей, які спортом не займаються.

Добові енерговитрати хлопців у дні, вільні від тренувань, зростають в середньому від 2100 ккал у 12 років до 2700 ккал у 17 років, дівчат відповідного віку — від 1900 до 2000 ккал і зазвичай нижчі, особливо у дівчат, за норми фізіологічних потреб дитячого населення України (2400 і 2700 ккал для хлопців і 2300 і 2400 ккал для дівчат віком 11–13 і 14–17 років відповідно [5]). Лише енерговитрати 17-річних хлопців відповідають нормам. Енерговитрати спортсменів деяких профілів з більшою масою тіла у дні, вільні від тренувань, зокрема 16–17-річних ватерполістів (2800–2900 ккал), вищі за норми, 12–14-річних гімнасток з найнижчою серед вихованців масою тіла значно відстають від норм. При цьому слід підкреслити, що згадані норми орієнтовані на робочі дні і не передбачають можливого зменшення енерговитрат дітей у вихідні дні.

Добові енерговитрати юних спортсменів у дні тренувань, надалі пов'язані з масою тіла і основним обміном, істотно зростають зі збільшенням тривалості тренувань і величини MET в обраному виді спорту. За мінімальної та максимальної тривалості тренувань (1,5 і 4,5 год), визначеної офіційно затвердженим режимом роботи училища, добові енерговитрати перевищують основний обмін відповідно в 1,68–1,76 і 2,15–2,32 раза у хлопців, 1,59–1,65 і 2,03–2,11 раза — у дівчат (вищі співвідношення властиві молодшим, нижчі — старшим віковим групам спортсменів унаслідок зменшення від 15 років енерговитрат на ріст). За мінімальної та максималь-

ної тривалості і помірної інтенсивності тренувань добові енерговитрати представників високоенергетичних, високоактивних видів спорту (зокрема, веслування, легкої атлетики, футболу з MET у межах 6,0–8,0) перевищують основний обмін в 1,72–1,84 і 2,39–2,61 раза, помірно активних видів (гандболу, боротьби, гімнастики з MET у межах 4,0–6,0) — в 1,53–1,69 і 1,90–2,22 раза, низькоактивних видів (кульової стрільби і стрільби з лука з MET < 4,0) — в 1,51–1,56 і 1,85–1,90 раза. Розраховані співвідношення можна вважати середньодобовими зваженими MET_{сд} для вихованців спортивних інтернатів, що дозволяють орієнтовно визначати добові енерговитрати юних спортсменів, помноживши їх основний обмін на величину MET_{сд}.

Встановлені особливості формування добових енерговитрат юних спортсменів дозволили сформулювати концепцію визначення фізіологічних потреб в енергії вихованців шкіл-інтернатів спортивного профілю як першооснови для розроблення норм їх харчування. Концепція ґрунтується на визначенні базових енерговитрат на сон, ріст і повсякденну діяльність низької та помірної активності та подальшому додаванні до них енерговитрат на спортивну діяльність. Базові енерговитрати є більш прогнозованими завдяки чітко окресленому режиму в інтернаті та відносно сталими: будучи залежними від величини основного обміну, пов'язаного з масою тіла, і часу, вільного від тренувань, не зазнають значних змін за істотних коливань маси тіла, властивих обстежуваному контингенту [13], і зменшуються від 2200–2700 ккал у хлопців і 1850–2000 ккал у дівчат різного віку у дні без тренувань до 2000–2500 і 1700–1850 ккал відповідно у дні з мінімальною тривалістю тренувань і 1700–2150 і 1500–1600 ккал у дні з максимальною їх тривалістю. Показники базових енерговитрат видаються достатньо надійними (принаймні не заниженими, як здається на перший погляд, особливо у дівчат), оскільки сучасні MET повсякденної діяльності юнацтва [9–11] дещо нижчі за встановлені рекомендаціями [6]. Однак енерговитрати на спортивну діяльність більш лабільні і значно зростають зі збільшенням тривалості тренувань і рівня фізичних навантажень у різних, особливо високоенергетичних, видах спорту.

З урахуванням вищевикладеного обґрунтовані норми фізіологічних потреб в енергії юних спортсменів залежно від статі, віку, обраного виду спорту та тривалості тренувань (табл. 6). Уперше потреби в енергії юних спортсменів різних профілів диференційовані за рівнем фізичних навантажень у різних видах спорту на основі наведених у спеціальних компендіумах величин MET для юнацтва [9–11] за найбільш поширеної помірної інтенсивності тренувань. Такий підхід дозволяє спортивному лікарю спільно з тренером після обрання відповідного значення MET визначати енерговитрати спортсмена будь-якого профілю (із наявних у компендіумах) при більшій або меншій за помірну інтенсивності тренувань. Наприклад, енергопотреби легкоатлета,

які відповідають MET 7,0 при помірному режимі тренувань (визначають методом інтерполяції потреб, що відповідають MET 6,0 і 8,0), при посиленому режимі тренувань перед змаганнями відповідатимуть MET 8,0, під час змагань — MET 10,0 і більше. Потреби в енергії встановлені для усередненої тривалості тренувань в інтернаті за шість днів (у понеділок — суботу в середньому 3,58 год без урахування нерегулярних коротких тренувань у неділю). При зміні режиму в інтернаті або інших режимах тренувань у навчальних закладах спортивної профілізації застосовуються поправки на тривалість тренувань, меншу чи більшу за усереднену їх тривалість (у ккал/год тренувань). За введення поправки на двогодинне скорочення тренувань практично відтворюються величини енерговитрат, встановлені при мінімальній 1,5-годинній тривалості тренувань, за поправки на 3,5-годинне скорочення тренувань — енерговитрати вихідного дня, вільного від тренувань, що свідчить про надійність визначених потреб в енергії юних спортсменів. З огляду на особливості вікової динаміки енерговитрат потреби в енергії хлопців диференційовані з інтервалом в один рік, дівчат — для вікових груп 12 і 13–17 років. При значних відхиленнях фактичної маси тіла спортсменів від її середніх статевих показників обстежуваного контингенту, на які розраховані потреби в енергії, також застосовуються відповідні поправки (у ккал/кг маси тіла).

Надійність розрахованих потреб в енергії юних спортсменів підтверджує збіжність енергопотреб представників низькоенергетичних видів спорту з MET 2,5 (відповідає помірній активності хлопців, які спортом активно не займаються) з енергопотребами дитячого населення України [5]. Будучи безальтернативною основою для визначення потреб в основних нутрієнтах і розроблення норм харчування юних спортсменів, норми фізіологічних потреб в енергії дозволяють оцінити енергетичну цінність добових раціонів харчування вихованців інтернату, що розглядається нами як предмет подальших досліджень.

Висновки

1. Добові енерговитрати юних спортсменів-хлопців зазвичай вищі, ніж у дівчат, і збільшуються у 13–16 років, у дівчат — у 13–14 років.
2. Добові енерговитрати юних спортсменів залежать від інтенсивності та тривалості тренувань, вищі у гребців легкоатлетів, футболістів і нижчі у стрільців і лучників.
3. Обґрунтовані норми фізіологічні потреби в енергії юних спортсменів залежно від статі, віку, рівня фізичних навантажень у різних видах спорту і тривалості тренувань.

Конфлікт інтересів. Автори заявляють про відсутність будь-якого конфлікту інтересів при підготовці даної статті.

Таблиця 6. Фізіологічні потреби в енергії (ккал/добу) юних спортсменів залежно від статі, віку і виду спорту (за величиною MET) при середній масі тіла і всередненій за тиждень тривалості тренувань (із поправками при відхиленнях від середніх параметрів)

MET	Хлопці, роки			Дівчата, роки		Поправки (ккал/год) при тривалості тренувань, меншій/більшій за середню (3,58 год)	
	12–13	14–15	16–17	12	13–17	Хлопці	Дівчата
2,5	2400–2500	2700–2800	2900–3000	2100	2200	–75/+25	–75/0/+25
4,0	2700–2800	3100–3200	3300–3400	2400	2500	–150/+200/+100	–150/+100/+150
6,0	3100–3300	3500–3700	3900–4000	2700	2900–3000	–275/+350/+250	–250/+300/+300
8,0	3500–3700	4000–4300	4400–4500	3100	3300–3400	–400/+500/+350	–350/+400/+300
10,0	4000–4200	4500–4800	5000–5100	3500	3700–3800	–550/+700/+450	–500/+400/+500
Середня маса тіла, кг	45÷49	56÷63	67÷69	43	49÷52 (13–14) 54÷57 (15–17)		
Поправки (ккал/кг) при масі тіла, меншій/більшій за середню, і відповідному MET	2,5	± 29		± 20			
	4,0	± 33		± 23			
	6,0	± 38		± 26			
	8,0	± 43		± 30			
	10,0	± 48		± 33			

Примітки: менші значення потреб в енергії та маси тіла відповідають молодшому вікові у колонці, менші значення поправок на тривалість тренувань — вікові 12–14 років для хлопців і 12–13 років для дівчат, більші значення цих параметрів — старшому вікові. Величини MET при різній інтенсивності тренувань: веслування — 3,0–7,0–12,0; легка атлетика — 6,0–7,0–8,0; футбол — 5,7–6,6–8,4; велоспорт — 4,7–6,2–7,8; п'ятиборство — 6,2; фехтування — 6,0; гандбол — 5,7; санний спорт — 5,3; бокс — 5,0; боротьба — 4,0; гімнастика, водне поло — 3,0–4,0–5,0; стрільба з лука — 3,5; кульова стрільба — 2,5 [9–11].

Інформація про внесок кожного автора

Пластунова О.Б. — збирання та оброблення матеріалів, аналіз отриманих даних, написання тексту; Няньковський С.Л. — концепція і редагування статті.

References

1. Kalynychenko IO, Skyba OO. Evaluation of health status of children engaged in different kinds of sports in the system of child-youth sporting schools (on example of Sumy region). *Dosagnenna biologii ta medicini*. 2014;(23):34-37 (in Ukrainian).
2. Hayashi M, Hamu Y, Hashimoto Y. A guidebook for volleyball-related health problems using Manga and educational activities for injury prevention. *British Journal of Sports Medicine*. 2011;(45):548. doi: 10.1136/bjism.2011.084558.42.
3. Nyankovskyy SL, Plastunova OB. Health status of young athletes - pupils of the school of physical culture. *Zdorov'e rebenka*. 2017;12(7):780-787. doi: 10.22141/2224-0551.12.7.2017.116183. (in Ukrainian).
4. Cabinet of Ministers of Ukraine. Resolution № 1591 dated November 22, 2004. On the approval of Dietary norms in educational and children's recreation institutions. Available from: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1591-2004-%D0%BF>. Accessed: November 22, 2004. (in Ukrainian).
5. Ministry of Health of Ukraine. Order № 1073 dated September 03, 2017. On the approval of Norms of the physiological requirements of the population of Ukraine in essential food substances and energy. Available from: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1206-17>. Accessed: September 03, 2017. (in Ukrainian).
6. Energy and protein requirements. Report of a joint FAO/WHO/UNU Expert Consultation. *World Health Organ Tech Rep Ser*. 1985;724:1-206.
7. Ainsworth BE, Haskell WL, Herrmann SD, et al. 2011 Compendium of Physical Activities: a second update of codes and MET values. *Med Sci Sports Exerc*. 2011 Aug;43(8):1575-81. doi: 10.1249/MSS.0b013e31821ece12.
8. Pol'ka NS, Kalynychenko IO, Gozak SV, Stankevych TV. *Vykorystannja metabolichnogo ekvivalentu v ocinci rivnja ruhovoi' aktyvnosti ditej shkil'nogo viku: Metodichni rekomendacii'* 09.11/62.11 [Use of metabolic equivalent in assessing the level of motor activity of school-age children. Guidelines 09.11/62.11]. Kyiv; 2011. 15 p. (in Ukrainian).
9. Butte NF, Watson KB, Ridley K, et al. A youth compendium of physical activities: activity codes and metabolic intensities. doi: 10.1249/MSS.0000000000001430. Available from: <https://www.nccor.org/tools-youthcompendium/>. Accessed: September 21, 2017.
10. Australian Bureau of Statistics. 4363.0.55.001 - Australian Health Survey: Users' Guide, 2011-13. Appendix 7: Classification of child physical activity. Available from: <http://www.abs.gov.au/ausstats/abs@.nsf/Lookup/4363.0.55.001Appendix702011-13>. Accessed: June 19, 2013.
11. Ridley K, Ainsworth BE, Olds TS. Development of a compendium of energy expenditures for youth. *Int J Behav Nutr Phys Act*. 2008 Sep 10;5:45. doi: 10.1186/1479-5868-5-45.
12. Antomonov Mlu. *Matematicheskaia obrabotka i analiz mediko-biologicheskikh dannykh* [Mathematical processing and analysis of biomedical data]. Kyiv: UVMA; 2006. 558 p. (in Russian).
13. Nyankovskyy SL, Plastunova OB. Physical development of young athletes - students of physical training schools. *Zdorov'e rebenka*. 2018;13(3):248-255. doi: 10.22141/2224-0551.13.3.2018.132904. (in Ukrainian).
14. Maidannyk VG, Burlaj VG, Gnatejko OZ, Duka RD, Nechytajlo YuM, Hajtovych MV, authors. Maidannyk VG, editor. *Propedevtychna pediatrija* [Propaedeutic pediatrics]. Vinnitsa: Nova Knyha; 2018. 880 p. (in Ukrainian).

Отримано 10.09.2018 ■

Пластунова О.Б., Няньковський С.Л.

Львовский национальный медицинский университет им. Данила Галицкого, г. Львов, Украина

Расчетные оценки суточных энергозатрат как основа для обоснования норм питания юных спортсменов

Резюме. Актуальность. Особенности суточных энергозатрат как показателя уровня нагрузок и основы для научного обоснования норм питания юных спортсменов — воспитанников училищ физической культуры остаются недостаточно изученными. **Цель исследования:** определить суточные энергозатраты в зависимости от пола, возраста, выбранного вида спорта, продолжительности тренировок и обосновать нормы физиологических потребностей в энергии юных спортсменов. **Материалы и методы.** На основе определения массы тела и роста рассчитаны в соответствии с рекомендациями Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН/Всемирной организации здоровья и групп зарубежных экспертов суточные энергозатраты 1247 воспитанников училища-интерната фи-

зической культуры (812 мальчиков и 435 девочек) — представителей 14 видов спорта в возрасте 12–17 лет. **Результаты.** Суточные энергозатраты юных спортсменов-мальчиков как правило выше, чем у девочек, и увеличиваются в 13–16 лет, у девочек — в 13–14 лет и зависят от интенсивности и продолжительности тренировок. **Выводы.** Суточные энергозатраты выше у юных гребцов, легкоатлетов, футболистов и ниже у стрелков и лучников. Обоснованы нормы физиологических потребностей в энергии юных спортсменов в зависимости от пола, возраста, уровня физических нагрузок в разных видах спорта и продолжительности тренировок.

Ключевые слова: дети-спортсмены; суточные энергозатраты; физиологические потребности в энергии

O.B. Plastunova, S.L. Nyankovskyy

Danylo Halytskyi Lviv National Medical University, Lviv, Ukraine

Calculated estimates of daily energy expenditure as a basis for the substantiation of nutrition standards for young athletes

Abstract. Background. Features of daily energy expenditure as an indicator of the level of loads and the basis for scientific substantiation of nutrition standards for young athletes — students of physical training schools — remains insufficiently studied. The purpose of the study was to determine the daily energy expenditure, depending on gender, age, sport, duration of training and substantiate the norms of physiological energy requirement of young athletes. **Materials and methods.** Daily energy expenditure of 1247 students of physical training schools (812 boys and 435 girls aged 12–17 years, representatives of 14 sports) was calculated in accordance with the recommendations of the Food and Agriculture Organization/World Health

Organization and groups of foreign experts on the basis of body weight and height. **Results.** Daily energy expenditure of young boy athletes is generally higher than that of girls, and increases in 13–16 years, in girls — in 13–14 years and depends on the intensity and duration of training. **Conclusions.** Daily energy expenditure is higher for representatives of rowing, athletics, football and lower in shooters and archers. The norms of physiological energy requirement are substantiated for young athletes depending on gender, age, level of physical activity in different sports and duration of training.

Keywords: child athletes; daily energy expenditure; physiological energy requirement