

Механічні особливості апарату вентиляції легень та основні гемодинамічні показники серед молодших школярів, які займаються футболом, і нетренованих хлопчиків

Вивчено показники функціонального стану кардіореспіраторної системи молодших школярів, які займаються в секціях футболу. Проведено порівняльний аналіз показників зі школярами, котрі не займаються спортом та ведуть малоактивний спосіб життя. Результати дослідження засвідчують позитивний вплив секційних занять із футболу на показники функціонального стану кардіореспіраторної системи, оскільки вони забезпечують високі енергетичні витрати, збільшують можливості серцево-судинної й дихальної систем в умовах відносного м'язового спокою, а також при м'язовій роботі.

Ключові слова: футбол, молодші школярі, серцево-судинна система, дихальна система.

Постановка наукової проблеми та її значення. Здоров'я людини – найвища особиста й суспільна цінність. Бурхливий науково-технічний прогрес, поява нових складних видів трудової діяльності змінюють звичайний ритм і характер життя. Зменшується фізичне навантаження та збільшується нервово-емоційне напруження. Здоров'я й фізична підготовленість школярів – важливий чинник фізичного потенціалу нації. Але дослідження останніх років доводять, що для дітей характерний недостатній рівень рухової активності, що призводить до низького функціонального стану та зниження фізичної підготовленості [2; 3].

Футбол належить до категорії швидко-силових видів спорту, які вимагають від спортсмена значної витривалості. У таких видах спорту найбільшого навантаження зазнають серцево-судинна та респіраторна системи організму. Інтерес до футболу з кожним роком зростає не лише серед хлопчиків, але й серед дівчат. Так, систематичні заняття футболом усебічно впливають на організм школярів, підвищують загальний рівень рухової активності, удосконалюють функціональну діяльність організму, забезпечуючи правильний фізичний розвиток. На заняттях футболом найвищі вимоги ставляться до функціональних можливостей організму. Дитячий організм володіє цілком сформованими фізіологічними механізмами адаптації, як до змінних умов зовнішнього середовища, так і до фізичних навантажень, які сприятливо позначаються на нормальному розвитку всіх систем й адаптації серцево-судинної та дихальної систем організму під час тренувань [4; 6; 9].

Систематична навчально-тренувальна робота у вигляді занять із футболу в тижневому розкладі для дітей супроводжується підвищенням потенційних можливостей серцевого м'яза й зміцненням усіх функцій і систем організму. Особливо значні темпи розвитку серцево-судинної системи на етапі статевого дозрівання. Серед чинників, що найбільше впливають на фізичну працездатність як хлопців, так і дівчат, які регулярно займаються фізичною культурою не лише на уроках, але й за межами школи, можна виокремити показник максимального споживання кисню, транспортну функцію крові (систоличний і хвилинний об'єм крові) [1; 5]. Величина споживання кисню – показник зовнішнього дихання й кровообігу, а також інтенсивності окислювальних процесів. Тому навчально-тренувальні заняття з футболу для школярів, якщо їх використовувати як засіб фізичного виховання, залучання до фізичної культури й спорту, дадуть позитивні результати, оскільки забезпечують високі енергетичні витрати, збільшують можливості серцево-судинної та дихальної систем в умовах відносного м'язового спокою, а також при м'язовій роботі [3; 6; 8].

Аналіз дослідження цієї проблеми. У розробках вітчизняних і зарубіжних учених виявлено важливі закономірності в зміні адаптивних можливостей дітей шкільного віку до тривалої малоінтенсивної роботи. Вони пов'язані, передусім, з удосконаленням апаратів дихання й кровообігу, а також зі специфічними біохімічними змінами в клітинному обміні, що приводить до збільшення потреби кисню, що супроводжується відповідними змінами в кровообігу та диханні, які дають змогу кисню швидше транспортуватися від легенів до тканин [5; 9; 11]. Загальна фізична, спеціальна фізична, техніко-тактична підготовка вимагає напруженої м'язової роботи й пред'являє високі вимоги до систем дихання та кровообігу [1]. Серце раніше, ніж м'язи, досягає меж працездатності, тобто саме рамки його функціональних можливостей визначають здатність учитися перенесення фізичного навантаження на навчально-тренувальному уроці, тому рівень серцевої продуктивності має

важливе значення в забезпеченні енергетичних потреб організму, пов'язаних із м'язовою роботою [12].

Важливий показник функціонального стану серцево-судинної системи – гемодинамічна продуктивність. За даними деяких науковців, систолічний об'єм крові в юних спортсменів значно перевищує СОК у їхніх однолітків-неспортсменів [12]. Інші вчені зменшення СОК у стані спокою в юних спортсменів поряд зі зменшенням ЧСС розцінюють як показник економізаційного впливу тренування. Такі ж дані отримано різними науковцями щодо хвилинного об'єму крові (ХОК), об'ємної швидкості кровотоку [2; 5; 9]. Л. І. Абросимова, В. Е. Карасик зазначають, що найкращим варіантом у відповідь на систематичне фізичне навантаження є зниження в спокої об'ємної швидкості кровотоку та підвищення ХОК при зростанні ЧСС, що відповідає ізотонічному типу гіперфункції серця за Ф. З. Меерсоном і розцінюється як одна з найважливіших ознак економізації серцевої діяльності при фізичних навантаженнях [1; 10; 11].

Мета й завдання статті – вивчити особливості функціонування кардіореспіраторної системи серед молодших школярів, які займаються футболом, та нетренованих дітей.

Відповідно до мети поставлено такі **завдання**:

- 1) дослідити показники гемодинаміки у футболістів і нетренованих осіб;
- 2) вивчити особливості впливу фізичних навантажень на показники зовнішнього дихання дітей;
- 3) виконати порівняльний аналіз реограм і пневмотахограм обох груп досліджуваних.

Методи дослідження. Контингент досліджуваних складався із 40 хлопчиків: 20 – особи, віком 7–12 років, які займаються футболом близько чотирьох років (експериментальна група) і 20 – віком 7–12 років, котрі не займаються спортом та ведуть малоактивний спосіб життя (контрольна група).

Дослідження здійснювали в лабораторії екологічної фізіології кафедри фізіології людини і тварин біологічного факультету Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки. Роботу проводили на апараті комплексного обстеження дітей та дорослих «Аскольд».

Для вивчення особливостей стану показників зовнішнього дихання застосовано методику пневмотахографії (методика вимірювання об'ємно-швидкісних потоків повітря при форсованому й спокійному диханні). Метод спрямований на діагностику виду та ступеня вентиляційних порушень легень на підставі аналізу кількісних і якісних змін пневмотахографічних даних [6; 12]. В обстежуваних вивчали такі показники зовнішнього дихання, як життєва ємність легень (ЖЄЛ), індекс Тіффно (ІТ), максимальна об'ємна швидкість форсованого видиху повітря на рівні 25, 50, і 75 % від об'єму форсованого видиху (МОШ 25, МОШ 50, МОШ 75%).

Для вивчення особливостей гемодинаміки використовували метод тетраполярної реографії за Кубічеком, який давав можливість отримати точні гемодинамічні показники в стані спокою.

Статистичну обробку результатів здійснювали за допомогою загальноприйнятих методів варіаційної статистики. Статистичну значимість установлювали за допомогою t-критерію Стьюдента.

Виклад основного матеріалу й обґрунтування отриманих результатів дослідження. Аналізуючи отримані результати, відзначали відмінності між даними системи зовнішнього дихання в групах досліджуваних.

Ефективність функції зовнішнього дихання залежить від трьох процесів: вентиляції альвеолярного простору, інтенсивності капілярного кровотоку (перфузії) та дифузії газів через альвеолярно-капілярну мембрану. У забезпеченні адекватної вентиляції беруть участь нервова, скелетно-м'язова й легенева системи. Порушення функцій цих систем збільшує навантаження на органи дихання та знижує ефективність їх функціонування [10; 12].

Наведені в табл. 1 дані свідчать про те, що в обстежуваних експериментальної групи значно вищі показники життєвої ємності легень. Величина ЖЄЛ – важливий функціональний показник зовнішнього дихання.

Таблиця 1

Показники зовнішнього дихання в групах досліджуваних, n=40

Показник	Експериментальна група	Контрольна група
1	2	3
Життєва ємність легень, л	2,71 ± 0,52*	1,99 ± 0,50*
Індекс Тіффно, %	94,72 ± 15,39*	72,18 ± 16,41*

Закінчення таблиці 1

1	2	3
Максимальна об'ємна швидкість на рівні 25 % від об'єму форсованого видиху, л/с	5,29 ± 0,78	4,55 ± 1,24
Максимальна об'ємна швидкість на рівні 50 % від об'єму форсованого видиху, л/с	4,62 ± 1,49*	3,46 ± 1,33*
Максимальна об'ємна швидкість на рівні 75 % від об'єму форсованого видиху, л/с	3,24 ± 1,40*	1,88 ± 0,93*

* Достовірно відмінна різниця ($p < 0,05$).

ЖЄЛ залежить від тренуваності людини. Зниження ЖЄЛ у контрольній групі пов'язане зі зменшенням еластичності легень, зниженням сили дихальних м'язів.

Відношення об'єму повітря, що видихається за першу секунду форсованого видиху (виконується з положення максимального вдиху), до ЖЄЛ називається *індексом Тіффно*. Він є класичним тестом, за допомогою якого виявляють наявність бронхіальної обструкції. У нормі цей показник становить 70–85 %. Зниження індексу Тіффно до 55 % свідчить про помірні порушення бронхіальної прохідності [1; 7]. В обох груп досліджуваних патології не виявлено, проте все ж у дітей-футболістів цей показник значно вищий, що свідчить про посилення швидкості переміщення повітря по повітроносних шляхах.

Головним патофізіологічним критерієм бронхіальної обструкції є обмеження швидкості повітряного потоку, особливо експираторного. Як результат – погіршення альвеолярної вентиляції та зниження оксигенації крові. Показник МОШ 25 % – швидкість, із якою повітря проходить по трахеї, крупних бронхах, в обох групах був у межах норми. МОШ 50 % (швидкість, із якою повітря проходить по бронхах середнього калібру) і МОШ 75 % (швидкість, із якою повітря проходить по дрібних бронхах) в експериментальній групі вищий за норму, коли в контрольній групі ці швидкісні дані мають відхилення від норми в нижчу сторону, що свідчить про відносну слабкість дихального (зокрема м'язового) апарату нетренованих обстежуваних [10; 12].

Аналіз отриманих результатів показав достовірну різницю значень показників центральної гемодинаміки між обома групами досліджуваних (табл. 2).

Дослідження стану серцево-судинної системи дало змогу встановити той факт, що в тих, хто регулярно займався футболом, частота серцевих скорочень достовірно нижча, ніж у тих, хто вів малорухливий спосіб життя, – відповідно, $60,00 \pm 7,59$ і $72,50 \pm 6,38$ уд/хв ($p < 0,05$). Добре тренуване серце в стані спокою скорочується повільніше і його скорочення глибші, що дає йому можливість більше відпочивати. Можна зробити висновок, що серце дітей, котрі займаються футболом, працює економніше.

Таблиця 2

Показники центральної гемодинаміки в групах досліджуваних, $n=40$

Показник	Експериментальна група	Контрольна група
Частота серцевих скорочень, уд/хв	60,00 ± 7,59*	72,50 ± 6,38*
Систолічний об'єм крові, мл	41,08 ± 11,69*	46,55 ± 7,29*
Хвилинний об'єм крові, л/хв	2,77 ± 0,53*	3,29 ± 0,51*
Загальний периферичний опір, дин. см с	2 397,76 ± 289,46*	2 055,06 ± 451,29*
Серцевий індекс, л/хв/м ²	2,46 ± 0,17*	3,08 ± 0,77*
Об'ємна швидкість викиду, л/с	0,16 ± 0,02	0,15 ± 0,03
Потужність серцевого м'яза, вт	1,78 ± 0,32	1,70 ± 0,39

* Достовірно відмінна різниця ($p < 0,05$).

Обрахунок систолічного та хвилинного об'ємів крові також засвідчили їх достовірну відмінність у двох досліджуваних груп ($p < 0,05$). СОК – це кількість крові, що виштовхується шлуночком при кожному скороченні. Його величина залежить від об'єму серцевих порожнин, функціонального стану міокарда, потреби організму в крові. Зменшення СОК у стані спокою в юних спортсменів поряд зі зменшенням ЧСС розцінюється як показник економізаційного впливу тренування. Хвилинний

об'єм крові (ХОК) характеризує загальну кількість крові, що перекачується правим і лівим відділами серця протягом однієї хвилини в серцево-судинній системі. На хвилинний об'єм крові впливають функціональний стан організму, температура тіла, величина фізичного навантаження. Величина ХОК переважно прямо пропорційна потужності м'язової роботи та СОК. Тому ми спостерігаємо зменшення цього показника в експериментальній групі досліджуваних.

У ході експерименту встановлено, що в тренованих дітей загальний периферичний опір (дин. см с) достовірно вищий ($p < 0,05$), порівняно із нетренованими. Термін «загальний периферичний опір судин» позначає сумарний опір артеріол. Розрахунок загального периферичного опору дає змогу вивчити артеріальний тонус, його зміни в різних фізіологічних і патологічних умовах [3; 8; 9].

Після проведення досліджень у контрольній та експериментальній групах з'ясовано, що у всіх дітей показники об'ємної швидкості викиду й потужності серцевого м'яза в стані спокою перебувають у межах норми та достовірно не відрізняються.

Серцевий індекс (СІ) визначається відношенням серцевого викиду до площі загальної поверхні тіла. У нормі він становить 2–4 л/хв м². Показник дає змогу нівелювати відмінності пацієнтів за масою й зростом і враховувати залежність лише від хвилинного кровотоку. У здоровому організмі коливання індексу можливі за рахунок вікових особливостей та статі [5]. Аналізуючи цей показник (СІ), ми бачимо, що в хлопчиків, які не займаються футболом, відзначаються вищі значення цього показника, порівняно з дітьми-спортсменами. Відомо, що при високих фізичних навантаженнях функціональні можливості серцевого м'яза зростають до 300–400 %. За хвилину перекачується 2,5–3,0 л крові. Величина серцевого індексу прямо пропорційно змінюється [1; 7].

Висновки та перспективи подальшого дослідження. Отже, на основі проведених експериментів ми зробили такі висновки:

– проведене дослідження підтвердило наявність відмінностей між механічними особливостями апарату вентиляції легень у тренованих та нетренованих хлопчиків;

– зниження ЖЄЛ у контрольній групі пов'язане зі зменшенням еластичності легень, зниженням сили дихальних м'язів. У дітей-футболістів індекс Тіффно значно вищий, що свідчить про посилення швидкості переміщення повітря по повітроносних шляхах. Також швидкісні показники МОШ 75 та МОШ 50 % у контрольній групі мають відхилення від норми (нижчі), що свідчить про відносну слабкість дихального (зокрема м'язового) апарату нетренованих обстежуваних.

– реографічне дослідження дало змогу встановити факт узалеженості певних функціональних параметрів судинної системи від регулярних фізичних навантажень серед молодших школярів, які займаються футболом;

– показники гемодинаміки в умовах відносного спокою не виходять за межі середньостатистичних норм як у контрольній, так і в експериментальній групі. У дітей, які систематично займаються футболом (експериментальна група), частота серцевих скорочень у стані спокою значно нижча, ніж у нетренованих. Це свідчить про адаптацію серцево-судинної системи дітей експериментальної групи до регулярних фізичних навантажень;

– відмінності таких показників, як систолічний, хвилинний об'єм крові, серцевий індекс та загальний периферичний опір у групах досліджуваних свідчать про те, що організм спортсменів характеризується вищими резервними можливостями серцево-судинної системи і їхнє серце працює економніше.

Результати дослідження показують позитивний вплив секційних занять із футболу на показники функціонального стану серцево-судинної та дихальної систем. Вони також мають прогностичну значимість для введення факультативних занять у школах як основної форми організації навчання футболу. У подальшому планується провести серію експериментів, де особливу увагу буде зосереджено на дослідженні стану серцево-судинної та дихальної систем учнів, які регулярно займаються іншими видами спорту.

Джерела та література

1. Агаджанян Н. А. Биоритмы, спорт, здоровье / Н. А. Агаджанян. – М. : [б. и.], 1989. – 280 с.
2. Баранова Н. А. Влияние мышечной работы на параметры внешнего дыхания и гемодинамику нижних конечностей у спортсменов и нетренированных лиц / Е. А. Баранова, Л. В. Капилевич // Вестник Томского государственного университета. – № 364. – 2012. – С. 140–142.

3. Бар-Ор О. Здоровье детей и двигательная активность: от физиологических основ до практического применения / О. Бар-Ор, Т. Роуланд ; пер. с англ. Игоря Андреева. – Киев : Олимп. лит., 2009. – 527 с.
4. Ванюшин Ю. С. Типы адаптации кардиореспираторных функций спортсменов к физической нагрузке / Ю. С. Ванюшин // Физиология человека. – М. : Академия, 1999. – Т. 25, № 3. – С. 91–93.
5. Варюшин В. В. Специализированные игровые упражнения в тренировке футболистов / В. В. Варюшин. – М. : ФОН, 2003 – 213 с.
6. Волков Л. В. Теория и методика детского и юношеского спорта / Л. В. Волков. – М. : Олимп. лит., 2002. – 296 с.
7. Гундаров І. А. Про нормативи центральної гемодинаміки, визначених методом тетраполярної грудної реографії / І. А. Гундаров, Ю. Т. Пушкар, С. М. Константинов // Наук. вісн. ХНУ. – 1983. – № 4. – С. 26–28.
8. Караулова С. И. Особенности возрастной динамики адаптационных возможностей организма спортсменов и спортсменок разного возраста / С. И. Караулова // Эколого-физиологические проблемы адаптации : материалы XII Междунар. симп. – М. : Рос. ун-т дружбы народов, 2007. – С. 209–210.
9. Карпман В. Л. Динамика кровообращения у спортсменов / В. Л. Карпман, Б. Г. Любина. – М. : Физкультура и спорт, 1982. – 135 с.
10. Морман, Д. Физиология сердечно-сосудистой системы / Д. Морман, Л. Хеллер ; пер. с англ. – 4-е междунар. изд. – СПб. : Питер, 2000. – 256 с.
11. J. Bangsbo. Football for health – prevention and treatment of non-communicable diseases across the lifespan through football / A. Junge, J. Dvorak and P. Krstrup // Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports. – Vol. 24. – Issue Supplement S1. – P. 147–150. – August 2014.
12. Jens Bangsbo. Recreational football for disease prevention and treatment in untrained men: a narrative review examining cardiovascular health, lipid profile, body composition, muscle strength and functional capacity / Peter Riis Hansen, Jiri Dvorak, Peter Krstrup // British Journal of Sports Medicine. – 2015. – N 49. – P. 456–468.

Киричук Елена. Механические особенности аппарата вентиляции легких и основные гемодинамические показатели среди младших школьников, которые занимаются футболом, и нетренированных мальчиков.

Определены показатели функционального состояния сердечно-сосудистой и дыхательной систем младших школьников, занимающихся в секциях футбола, и проведено сравнение данных показателей со школьниками, которые не занимаются спортом и ведут малоактивный образ жизни. Чтобы проследить за адаптационными реакциями организма в ответ на конкретные меры, которые, в принципе, отражают физическое состояние человека, мы использовали такие показатели дыхательной системы, как ЖЕЛ, индекс Тиффно, МОС 25 %, МОС 50 %, МОС 75 %, а также показатели сердечно-сосудистой системы: ЧСС, УОК, МОК, ОПС, СИ, ОСВ, мощность сердечной мышцы. Результаты исследования свидетельствуют о положительном влиянии секционных занятий по футболу на показатели функционального состояния сердечно-сосудистой и дыхательной систем, поскольку они обеспечивают высокие энергетические затраты, увеличивают возможности сердечно-сосудистой и дыхательной систем в условиях относительного мышечного покоя, а также при мышечной работе.

Ключевые слова: футбол, младшие школьники, сердечно-сосудистая система, дыхательная система.

Kyrychuk Olena. Mechanical Ventilation System Features and Basic Hemodynamic Parameters Among Younger Students who Play Football and Untrained Boys. Indices of the functional state of the cardiovascular and respiratory systems of primary school children who are engaged in the sections of football and comparison of these indicators with students who do not play sports and lead inactive lifestyles. In order to follow the adaptive response of the body in response to specific applicable measures that, in principle, reflect the physical condition of the person, we used the following indicators respiratory system: vital capacity, index Tiffno, surround maximum air speed 25 %, 50 %, 75 %, and such performance of the cardiovascular system: heart rate, minute volume of blood, cardiac index, extent of blood stroke, total peripheral resistance, surround ejection speed, the power of the heart muscle. Results of the study indicate a positive impact breakout sessions football on the performance of the functional state of the cardiovascular and respiratory systems because they provide higher energy costs, increase the capacity of the cardiovascular and respiratory systems in terms of relative calm muscle, as well as themuscle work.

Key words: football, younger students, cardiovascular system, respiratory system.

Стаття надійшла до редколегії
11.02.2016 р.