

The results of an anonymous survey of employees of the psychological service of the education system of Ukraine conducted in March 2021 ( $n=132$ ), including 130 women and two men aged 22 to 65, are presented. We have identified two types of hypotheses regarding the impact of reports of child suicide on other children. Respondents who share the "preventive" hypothesis have more proactive instructions regarding their actions in the event of suicide or suicide attempts in an educational institution, are ready to use a broader institutional context of measures and involve specialists from various services and institutions for help. The "inductive" hypothesis corresponds to a narrower vision of post-event measures (help should be sought only from fellow psychologists) or even a denial of the possibility of receiving or providing any practical help.

The necessity of algorithmizing protocols of tertiary prevention (postvention) of suicides in the institution and psychological support of crisis interaction of all involved specialists among themselves, with representatives of the affected team, and with external counterparties of influence (community, media, education management bodies) is substantiated.

**Key words:** tertiary prevention, postvention, suicide, school, community, crisis interaction.

УДК: 613.71/73:616.12-008.33

DOI: <https://doi.org/10.24195/2414-4665-2022-2-9>

**Євген Михалюк,**

доктор медичних наук, професор,  
завідувач кафедри фізичної реабілітації, спортивної медицини, фізичного виховання і здоров'я,  
Запорізький державний медичний університет,  
пр. Маяковського, 26, м. Запоріжжя, Україна,  
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-3607-7619>

**Єгор Гороховський,**

кандидат біологічних наук,  
доцент кафедри фізіології, імунології й біохімії з курсом цивільного захисту та медицини,  
Запорізький національний університет,  
вул. Жуковського, 66, м. Запоріжжя, Україна,  
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-4555-9110>

**Анатолій Босенко,**

доктор педагогічних наук, кандидат біологічних наук,  
професор кафедри біології і охорони здоров'я,  
Державний заклад «Південноукраїнський національний педагогічний університет імені К. Д. Ушинського»,  
вул. Старопортофранківська, 26, м. Одеса, Україна,  
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-3472-0412>

## РЕТРОСПЕКТИВНИЙ ОГЛЯД ДЕФІНІЦІЇ «НЕСКІНЧЕННИЙ ТОН» ЗА УМОВ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ПРОБ У СПОРТИВНІЙ МЕДИЦИНІ

Аналіз ретроспективних і сучасних наукових джерел свідчить про неоднозначність підходів щодо феномену «нескінченного тону», чинників та умов, які сприяють його появі за процесу функціональної діагностики, що зумовлює суперечності в оцінці відповідного функціонального стану особи в лікарській практиці, зокрема у спортивній медицині. Мета роботи – провести ретроспективний аналіз наукових літературних джерел щодо феномену «нескінченного тону» у функціональній діагностиці. У роботі були використані теоретичні (аналіз наукової та науково-методичної літератури з проблеми дослідження), емпіричні (медико-педагогічне експериментальне дослідження функціональних можливостей осіб різної статі, віку, рівня фізичної підготовленості та спортивної спеціалізації) та аналітичні (статистичний аналіз із знаходженням  $M$ ,  $\sigma$ ,  $t$ ,  $CV$ ,  $t$ -критерію Стьюдента) методи. У хронологічному порядку проведено аналіз наукової літератури стосовно феномену «нескінченного тону», який виявляється після фізичних навантажень у спортсменів; розглянуті механізми виникнення «нескінченного тону», походження дистонічного типу кровообігу з феноменом «нескінченного тону». Проведено 3914 велоергометричних досліджень, у яких обстежено осіб, які займалися спортом та кваліфікувалися від другого розряду до заслужених майстрів із різних видів спорту (стандартних і ситуаційних, циклічних та ациклічних), з них 2520 чоловіків (64,38%) та 1394 жінки (35,62%). Проводилося класичне визначення фізичної працездатності на велоергометрі з вимірюванням пульсу та артеріального тиску в положенні сидячи на велоергометрі до навантаження, після першого, після другого навантаження та на 5-й хвилині відновлювального процесу.

Встановлено, що в 57,46% спортсменів після другого фізичного навантаження на велоергометрі вислуховувався «нескінченний тон», зокрема в 74,03% чоловіків та 25,97%, жінок ( $p=0,00001$ ), що свідчить про вірогідне превалювання «нескінченного тону» у спортсменів чоловічої статі та, відповідно, потребує уваги у функціональній діагностиці. Здійснена спроба розкрити механізми зазначеного феномену та індивідуальні особливості його прояву. Перспективи подальших досліджень вбачаються у вивченні впливу віку, статі, спортивної кваліфікації та виду спорту на прояви «нескінченного тону» після дозованих і граничних фізичних навантажень.

**Ключові слова:** «нескінченний тон», спортсмени, чоловіки, жінки, субмаксимальний тест  $PWC_{170}$ , артеріальний тиск.

### Вступ та сучасний стан досліджуваної проблеми

Феномен «нескінченного тону» вперше було встановлено в 1911 р. М.В. Яновським (Яновский, 1911). Е.А. Віру під час обстеження 1944 дорослих осіб після різних фізичних навантажень (від однохвилинного бігу на місці у граничному темпі ( $n=306$ ) до роботи студентів на велоергометрі протягом 5 хвилин ( $n=146$ )) виявила феномен «нескінченного тону» у 8–58% випадків (Виру, 1985). Дітям і підліткам ( $n=105$ ) пропонувалося виконати 20–35 присідань, у дітей 9–10 років «нескінченного тону» не було виявлено, а в підлітків 11–16 років він виявлявся в 16–30% випадків. Групі студентів пропонували роботу на велоергометрі, що відрізнялася за тривалістю від 30 с до 5 хвилин та потужністю від 420 до 1020 кгм/хв. У разі виконання більш напружених робіт домінували випадки зниження мінімального тиску, причому під час виконання робіт тривалістю 3–5 хвилин частіше, ніж у процесі виконання роботи тривалістю в 30–60 с, реєструвався феномен «нескінченного тону». У більш тренуваних осіб «нескінченний тон» з'являвся частіше, ніж у менш тренуваних, при цьому на тлі значної втоми після тривалого кросу (25–30 км) імовірність появи «нескінченного тону» зменшувалася. Отримані дані не узгоджуються з думкою про те, що «нескінченний тон» свідчить про порушення в організмі (Зондзе, 1963: 142–147; Летунов, Мотылянская, 1951). Водночас отримані дані підтверджують зв'язок цього явища зі значною мобілізацією функцій серцево-судинної системи (Кару, 1966; Поручиков, 1964; Шестаков, Фиалковский, 1941). Варто зазначити, що робота Е.А. Віру є єдиною відомою нам публікацією, у якій авторка проводила дослідження появи «нескінченного тону» у спортсменів, студентів, осіб середнього віку, дітей та підлітків (Виру, 1985).

Наступне повідомлення про «нескінченний тон» стосується 1945 р., коли М. Wilburne під час планового обстеження чоловіків у віці від 18 до 45 років для вступу на службу в американську армію виявив досі не описаний серцево-судинний синдром, який у доповнення до нервового елемента характеризувався минулим нульовим діастолічним плечовим тиском (непрямий метод), нормальним чи підвищеним тиском у підколінній ямці та тахікардією. У статті обговорюються можливі механізми, що беруть участь у його генезисі. Очевидними є клінічні наслідки цього синдрому, особливо у плані його відмінності від істинної аортальної недостатності. Автор вважав, що цей синдром має психосоматичну природу, і хоча справжній діастолічний тиск, імовірно, не дорівнює нулю, він був, скоріше за все, субнормальним і зумовленим дилатацією периферичних судин (Wilburne, 1945).

Надалі відомості про проведення функціональної проби з фізичним навантаженням та її оцінки з'явилися в 1958 р., коли науковці виділяли 4 основні типи реакції

пульсу та артеріального тиску (далі – АТ) на фізичне навантаження, а саме: 1) нормотонічний тип, що частіше спостерігається в добре тренуваних спортсменів; 2) дистонічний тип із феноменом «нульового тиску»; 3) тип реакції зі східчастим підйомом максимального тиску; 4) гіпертонічний тип із надмірно великим підвищенням максимального й мінімального тиску (Блюмин и др., 1958: 51). Тоді ж Ю.І. Кузнецов, проводячи дослідження АТ механокардіографічним способом, вважав, що як із теоретичного, так і з практичного боку причини появи «нескінченного тону» в разі навантажень незрозумілі, оскільки одні автори надають цьому феномену позитивну оцінку, інші – негативну (Кузнецов, 1958). Наявність різних позицій свідчить про нагальну необхідність подальших поглиблених досліджень питання про «нескінченний тон» у спортсменів після фізичних навантажень. Актуальність успішного вирішення цього питання підкреслюється тим, що «нескінченний тон» спостерігається досить часто, особливо в молодих спортсменів, а С.В. Шестаков та А.В. Фіалковський встановили, що після швидкісних навантажень майже завжди реєструється цей звуковий феномен (Шестаков, Фиалковский, 1941).

Поява нульового тиску не супроводжується зниженням тону артеріальних судин, навпаки, судинний тонус у деяких випадках підвищується. Є підстави вважати, що після фізичного навантаження у випадках із різким підвищенням максимального тиску вирішальна роль у виникненні «нескінченного тону» належить посиленню серцевої діяльності, що відбувається внаслідок збільшення систолічного об'єму серця та скорочення часу систоли. У цих випадках не настає ніякого зниження тону плечової артерії, а периферійний опір артеріальних стінок, навпаки, збільшується приблизно так само, як і в інших спортсменів, у яких після такого самого навантаження «нескінченний тон» не виникає. Всупереч наявним уявленням ці дані дають змогу зробити висновок, що зміна функціонального стану артеріального відрізка судинної системи в сенсі зниження артеріального тону не є першопричиною появи «нескінченного тону» у здорових спортсменів.

Гемодинамічні причини цього звукового феномену у здорових людей у разі навантажень відрізняються від причин його виникнення у хворих осіб, у деяких випадках їх необхідно розцінювати як фізіологічні.

Окремого аналізу щодо проблеми зазначеного феномену потребують результати досліджень функціональних резервів організму людини з використанням граничних навантажень за умов звичайної та підвищеної мотивації (Мозжухин, Давиденко, 1984: 84–87; Давиденко, 2005; Босенко и др., 1995; Босенко, Белинова, Цонева, 1997; Босенко, Белинова, 1999).

### Мета та завдання дослідження

Метою роботи є проведення ретроспективного аналізу наукових літературних джерел щодо феномену «нескінченного тону» у функціональній діагностиці.

Для її досягнення необхідно було виконати такі завдання:

1) проаналізувати ретроспективні й сучасні дані щодо чинників та умов прояву феномену «нескінченного тону»;

2) визначити частоту прояву феномену «нескінченного тону» у процесі функціональної діагностики, зокрема, осіб, які займаються спортом;

3) проаналізувати результати особистих багаторічних досліджень у плані пізнання механізмів «нескінченного тону».

#### Методи дослідження

У роботі використані різні методи дослідження, зокрема *теоретичні* (аналіз наукової та науково-методичної літератури з проблеми дослідження, а також узагальнення власних результатів досліджень), *емпіричні* (медико-педагогічне експериментальне дослідження функціональних можливостей осіб різної статі, віку, рівня фізичної підготовленості та спортивної спеціалізації), *аналітичні* (статистичний аналіз отриманих даних здійснювався з використанням описової статистики зі знаходженням  $M$ ,  $\sigma$ ,  $m$ ,  $CV$ ,  $t$ -критерію Стьюдента).

Проведено 3914 велоергометричних досліджень осіб, які займаються спортом та кваліфікуються від другого розряду до заслужених майстрів спорту різних видів спорту, переважно ігрових (футбол, гандбол, волейбол, мініфутбол, хокей на траві, водне поло), плавання, бігових видів легкої атлетики, єдиноборств (греко-римська, вільна боротьба, східні єдиноборства (тхеквондо, кікбоксинг), бокс), ветерани спорту, студенти та інші; з них 2520 чоловіків (64,38%) та 1394 жінки (35,62%). Проводилося класичне визначення фізичної працездатності на велоергометрі з вимірюванням пульсу та артеріального тиску в положенні сидячи на велоергометрі ( $P_0$ ,  $AT_0$ ), пульсу й  $AT$  після першого навантаження ( $P_1$ ,  $AT_1$ ), пульсу й  $AT$  після другого навантаження ( $P_2$ ,  $AT_2$ ) та фіксацією пульсу й  $AT$  на 5 хвилині відновлювального процесу ( $P_3$ ,  $AT_3$ ).

#### Результати дослідження та їх обговорення

У 1961 р. вийшло друком видання «Спортивна медицина» (Васильєва і др., 1961: 240), у якому автори описують дистонічний тип, за якого мінімальний  $AT$  унаслідок вислуховування тонів за умови стояння рівня ртуті на манометрі на нулі («феномен нескінченного тону») фактично не визначається, а максимальний  $AT$  різко підвищується (до 180–200 мм рт. ст. та вище). Частота серцевих скорочень значно збільшується, відновлюючись повільніше, ніж зазвичай. Таку реакцію автори пов'язують зі зміною тону периферичного апарату кровообігу, що підтверджується, зокрема, спеціальними осцилографічними дослідженнями. Дистонічний тип реакції частіше спостерігається в юнаків та підлітків. Багаторічні динамічні спостереження показують, що після досягнення спортсменами 21–22 років дистонічний тип реакції часто змінюється нормотонічним. Варто зазначити, що надалі більшість дослідників погоджується з такою інтерпретацією.

Спроба пояснити механізми походження дистонічного типу реакції з феноменом «нескінченного тону» вперше була здійснена в підручнику з лікарського контролю за редакцією Д.Ф. Дешина (Дешин і др., 1965: 107–109). Автори посилаються на дані академіка-фізіолога Г.І. Косицького, який у своїх висновках вихо-

див із концепції про появу артеріальних тонів (звукових явищ), зумовлених ударом порції крові, що має певну швидкість і масу, на стінку артерії за манжеткою апарату для вимірювання  $AT$ . У судині, не здавленій манжеткою, швидкість, якої набуває кров в артерії в момент систоли, прямо пропорційна величині пульсового тиску і швидкості систоли та обернено пропорційна пружності артеріальної стінки. У звичайних умовах лінійна швидкість недостатня для виникнення звучання артерій. Поява «нескінченного тону» після фізичного навантаження може бути однаковою мірою пов'язана зі збільшенням пульсового тиску, стрімкості систоли та зі зменшенням пружності артеріальної стінки, що, на переконання авторів, вказує на зв'язок цього феномену зі змінами механічної роботи самого серця.

Про те, що «нескінченний тон» може бути зумовлений змінами судинного тону, свідчить велика частота цього феномену в осіб, які перенесли інфекційні захворювання, які мали відхилення з боку нервової системи, в осіб із підвищеним  $AT$ , спричиненим функціональним перенапруженням, та в підлітків у період статевого дозрівання. Про це свідчить минула поява «нескінченного тону» у стані втоми, у період після значних, часом виснажливих, фізичних навантажень. У нормі дистонічна реакція – дуже часте явище в підлітків і юнаків, вона дуже рідко виявляється в осіб середнього та похилого віку. Це можна пояснити віковими відмінностями пружності стінки судин, з одного боку, і відмінностями у тривалості систоли – з іншого. У підлітків та юнаків систола відрізняється великою стрімкістю. У добре тренуваних дорослих спортсменів дистонічна реакція після функціональної проби визначається значно рідше, ніж нормотонічна, проте після значного спортивного навантаження (особливо швидкісного характеру) цей феномен – дуже часте явище. Тому «нескінченний тон» може спостерігатися у спортсменів, які не мають порушень із боку серцево-судинної системи. Отже, оцінку значень «нескінченного тону» необхідно проводити в кожному конкретному випадку на підставі всіх даних лікарського обстеження та педагогічних спостережень з урахуванням усіх факторів, які можуть зумовлювати появу цього феномену.

Інші автори, наприклад Г.М. Куколевський та Н.Д. Граєвська, значне збільшення пульсу та повільне його відновлення пов'язують зі зміною тону периферичного апарату кровообігу, а поява «нульового» діастолічного тиску після закінчення фізичного навантаження є проявом значної лабільності судинного тону (Куколевський, Граєвская, 1971: 207–209). Ці вчені вважають, що «нескінченний тон» є фізіологічною ознакою пристосування організму до фізичних навантажень і свідчить про високу функціональну здатність серцево-судинної системи. Однак це положення стосується переважно фізичних навантажень високої інтенсивності. Поява ж «нескінченного тону» після стандартних фізичних навантажень функціональної проби не властива спортсменам як високого, так і задовільного рівня тренуваності. У випадках, коли «нескінченний тон» прослуховується лише безпосередньо після навантаження та не поєднується з іншими змінами реакції організму на функціональну пробу, це не варто відносити до категорії негативних зрушень. Деякі автори без достатніх підстав вважають таку реакцію відображенням доброго функціонального стану кровообігу. Якщо «нескінченний

тон» з'являється після функціональної проби (причому раніше не спостерігався) і його прослуховують протягом 3 хвилин і більше, при цьому якщо він поєднується з іншими несприятливими показниками функціональної проби, то це загалом вказує на погіршення функціонального стану серцево-судинної системи, зміну нормального характеру процесів відновлення. Автори нагадують, що механізм виникнення «нескінченного тону» раніше пояснювали підвищеною лабільністю тону периферичних судин у зв'язку з порушенням їхньої нервової регуляції.

Проте С.А. Поручиков упевнений, що феномен «нескінченного тону» короткочасно з'являється у процесі реєстрації АТ безпосередньо після припинення навантаження (протягом 15–20 секунд) (Поручиков, 1964: 23). Водночас через короткочасність виникнення феномен «нескінченного тону» за застосування загальноприйнятої методики проведення функціональних проб спостерігається нечасто. Його поява залежить від ступеня гемодинамічних зрушень під час м'язової роботи (частота серцебиття, тривалість вигнання крові із серця, потужність серцевого скорочення тощо). Таким чином, встановлено, що в основі «нескінченного тону» лежить кардіогенний механізм. Ці спостереження, і навіть дані Т.Е. Кару та інших учених, викликають нагальну потребу в перегляді уявлень про характер дистонічної реакції (Кару, 1966). Однак той факт, що «нескінчений тон» може з'являтися й у стані доброї тренуваності, зобов'язує лікаря суворо індивідуально оцінювати такі реакції.

В.Л. Карпман у підручнику «Спортивна медицина» зазначає, що механізм феномену «нескінченного тону» залишається не зовсім зрозумілим (Карпман, 1980: 113). Початкове уявлення про те, що цей тип реакції спостерігається в осіб із порушеннями судинного тону, не підтвердилося. Найімовірніше, феномен «нескінченного тону» має методичне походження. Річ у тім, що тони Короткова, що вислуховуються під час вимірювання артеріального тиску, виникають у зв'язку з тим, що у крові, яка тече у звуженій манжеткою артерії, утворюються «вихори», так звані турбулентний потік рідини. Як тільки просвіт судини стає нормальним, кровоток у ньому нормалізується, а рух набуває ламінарного характеру, і виникнення турбулентного потоку крові пояснюється невідповідністю діаметра судини тому об'єму крові, що протікає нею. Під час визначення АТ у спокої це виникає у зв'язку з тим, що діаметр судини штучно звужується манжетою, одягнутою на плече. У разі фізичного навантаження, коли різко збільшується об'ємна швидкість кровотоку, турбулентний рух може виникати в судині нормального діаметра. Тому якщо вислуховувати за допомогою фонендоскопа звучання артерій в області ліктьового згину, то звуковий феномен закономірно виявляється за будь-якої достатньої інтенсивності навантаження.

Отже, феномен «нескінченного тону» є нормальним явищем. Як негативна ознака він розглядається лише у випадках, коли звучання артерій спостерігається протягом декількох хвилин після припинення навантаження. Більшість дослідників однаково описують походження дистонічного типу кровообігу з феноменом «нескінченного тону» як прояв порушень із боку автономної нервової системи, неврозів, перенесених інфекційних захворювань, явища перетренованості (Дешин и др.,

1965: 107–109; Иванов, 1970: 107, 201; Сокрут, Казаков, 2011: 95; Чоговадзе, Бутченко, 1984: 88; Ландырь, Ачкасов, Медведев, 2019: 59); у молодих спортсменів, частіше юнаків і підлітків (Дешин и др., 1965: 107–109; Васильева, Дешин, 1968: 85; Кузнецов, 1958: 126–127; Сокрут, Казаков, 2011: 95); після великих швидкісних навантажень (Дешин и др., 1965: 107–109); і якщо цей стан триває не більше 2 хвилин, то його оцінюють як сприятливий (Дешин и др., 1965: 107–109; Васильева, Дешин, 1968: 85; Журавлева, Граевская, 1993: 84–85; Макарова, 2002: 125–130; Сокрут, Казаков, 2011: 95; Шахлина, 2016: 131) або фізіологічний (Кузнецов, 1958: 126–127; Сокрут, Казаков, 2011: 95; Куколевский, Граевская, 1971: 207–209; Дембо, 1976: 43–44; Дембо, 1975: 143). Якщо цей феномен спостерігається більше 2 хвилин, така реакція сприймається як несприятлива (Тихвинский и др., 1980: 240–241; Макарова, 2002: 125–130; Дембо, 1976: 43–44; Шахлина, 2016: 131), а за даними низки авторів (Абрамов та ін., 2014: 84–85), – як патологічний тип. Водночас у посібнику для лікарів (Чоговадзе, Бутченко, 1984: 88) сказано, що справжній діастолічний тиск практично ніколи не буває меншим ніж 50 мм рт. ст. Автори вважають, що так званий феномен «нескінченного тону», що досить часто виникає після припинення короткочасних інтенсивних навантажень, фактично є лише аускультативним феноменом, і за його наявності вимір справжнього АТ ніколи не має нульового значення, а дистонічний тип вважають атиповою реакцією. З такою оцінкою згодна Г.А. Макарова (2002). Про те, що справжній діастолічний тиск, імовірно, не дорівнює нулю, висловлювався ще М. Wilburne (1945).

Той факт, що «нескінчений тон» може виявлятися й у стані оптимальної тренуваності у спортсменів, зобов'язує лікаря суворо індивідуально оцінювати таку реакцію (Куколевский, Граевская, 1971: 207–209; Дембо, 1975: 143). Більше того, Ю.І. Кузнецов ще в 1958 р. доводив необхідність перегляду загальноприйнятих у спортивній медицині поглядів на це питання (Кузнецов, 1958). Одне з останніх досліджень свідчить про те, що вислуховування нульового тону під час вимірювання АТ методом Короткова є аускультативним феноменом («нескінченного тону»), оскільки в разі проведення в цей момент вимірювань тиску за допомогою інших методик спостерігаються позитивні значення діастолічного тиску. Появу феномену «нескінченного тону» пов'язують зі зміною судинного тону, переходом ламінарного перебігу крові в артерії в турбулентний зі зміною швидкості проведення пульсової хвилі. Дистонічний тип реакції визначається у спортсменів у разі втоми після важкого одноразового тренувального навантаження, під час проведення високих та ударних тренувальних навантажувальних мікроциклів, після тренувань і змагань у умовах середньо- чи високогір'я, після перенесеного гострого захворювання, у разі нейроциркуляторної дистонії тощо (Ландырь, Ачкасов, Медведев, 2019: 59).

Нами проведено аналіз 3914 велоергометричних досліджень осіб (а саме 2520 чоловіків (64,38%) та 1394 жінок (35,62%)), які займаються спортом, зі спортивною кваліфікацією від другого розряду до заслужених майстрів спорту різних видів спорту, переважно ігрових (футбол, гандбол, волейбол, мініфутбол, хокей на траві, водне поло), плавання, бігових видів

легкої атлетики, єдиноборств (греко-римська, вільна боротьба, східні єдиноборства (тхеквондо, кікбоксинг), бокс), ветеранів спорту, студентів тощо. Проводилося класичне визначення фізичної працездатності (Михалюк та ін., 2001; Mykhaliuk, Syvolap, Horokhovskiy, 2021; Mykhaliuk, Syvolap, Horokhovskiy, 2022) на велоергометрі з вимірюванням пульсу та АТ в положенні сидячи на велоергометрі ( $P_0$ ,  $AT_0$ ), пульсу й АТ після першого навантаження ( $P_1$ ,  $AT_1$ ), пульсу й АТ після другого навантаження ( $P_2$ ,  $AT_2$ ) та фіксацією пульсу й АТ на 5-й хвилині відновлювального процесу ( $P_3$ ,  $AT_3$ ).

Можна припустити, що якщо після фізичного навантаження у вигляді 20 присідань за 30 с на тлі збільшення пульсу й АТ з'являється «нескінченний тон», то в разі фізичного навантаження, що є значно більшим і тривалішим у вигляді субмаксимального тесту  $PWC_{170}$ , його поява вимагає значно більшого періоду відновлення, тобто більше ніж 2 хвилини, про які говорять більшість дослідників (у нашому випадку ми вибрали 5-хвилинний період). Що стосується потужності фізичного навантаження у вигляді субмаксимального тесту  $PWC_{170}$ , то вона природно більша, ніж 20 присідань за 30 с, і ми згодні з думкою Е.А. Віру про те, що під час виконання робіт тривалістю 3–5 хвилин частіше, ніж у разі виконання роботи тривалістю 30–60 с, реєструвався феномен «нескінченного тону» (Віру, 1985).

У 2249 спортсменів (57,46%) після другого фізичного навантаження на велоергометрі вислуховувався

«нескінченний» тон, зокрема в 1665 чоловіків (74,03%) та 584 жінок (25,97%,  $p=0,00001$ ), що свідчить про вірогідне превалювання «нескінченного тону» у спортсменів чоловічої статі, на що звертали увагу не всі автори у процесі досліджень феномену «нескінченного тону».

#### Висновки та перспективи подальших досліджень

1. Аналіз ретроспективних і сучасних наукових джерел свідчить про неоднозначність підходів щодо феномену «нескінченного тону», чинників та умов, які сприяють його появи, у процесі функціональної діагностики.

2. Це зумовлює суперечності у процесі оцінювання відповідного функціонального стану особи в лікарській практиці, зокрема у спортивній медицині, і в останньому випадку є підґрунтям для помилкових висновків та дій щодо побудови навчально-тренувального процесу.

3. У 57,46% спортсменів після другого фізичного навантаження субмаксимального тесту  $PWC_{170}$  на велоергометрі реєструвався «нескінченний тон», зокрема в 74,03% чоловіків та в 25,97% жінок ( $p=0,00001$ ), що свідчить про вірогідне превалювання «нескінченного тону» у спортсменів чоловічої статі. Це питання потребує уваги у функціональній діагностиці.

Перспективи подальших досліджень вбачаються у вивченні впливу віку, статі, спортивної кваліфікації та виду спорту на прояви «нескінченного тону» після дозованих і граничних фізичних навантажень.

#### Література

1. Босенко А.И., Белинова А.Г. Оценка функциональных резервов подростков при использовании нагрузки. *Гигиена и санитария*. 1999. № 3. С. 51–52.
2. Босенко А.И., Белинова А.Г., Цонева Т.Н. Функциональные резервы сердечно-сосудистой системы девочек 15–16 лет. *Гигиена и санитария*. 1997. № 4. С. 31–33.
3. Васильева В.Е., Дешин Д.Ф. Врачебный контроль и лечебная физическая культура : учебник для техникумов физической культуры и школ тренеров. Москва : ФиС, 1968. 295 с.
4. Вивчення фізичної працездатності у спортсменів / С.Л. Михалюк, А.М. Бражніков, В.І. Лозовий та ін. *Медичні перспективи*. 2001. Т. 4. № 3. С. 99–103.
5. Віру Э.А. К вопросу об аускультаторном феномене бесконечного тона. *Ученые записки Тартуского государственного университета*. Вып. 723 : Спортивная работоспособность. Труды по физической культуре. Тарту, 1985. С. 63–67.
6. Врачебно-физкультурный диспансер / В.Г. Блюмин, Р.Л. Прагер, П.А. Рысков и др. Москва : Медгиз, 1958. 174 с.
7. Врачебный контроль : учебник для студентов института физической культуры / Д.Ф. Дешин, В.Н. Коваленко, С.П. Летунов, Р.Е. Мотылянская. Москва : ФиС, 1965. 318 с.
8. Давиденко Д.Н. Проблема резервов адаптации организма к экстремальной деятельности: состояние и перспективы развития. *Вестник Балтийской педагогической академии*. 2005. № 61. С. 117–120.

9. Детская спортивная медицина / под ред. С.Б. Тихвинского, С.В. Хрущева и др. Москва : Медицина, 1980. 439 с.

10. Журавлева А.И., Граевская Н.Д. Спортивная медицина и лечебная физкультура : руководство для врачей. Москва : Медицина, 1993. 432 с.

11. Зойдзе А.К. О функциональных нарушениях нервной системы у спортсменов с феноменом бесконечного тона. *Физическая культура и здоровье*. Москва : Медгиз, 1963. С. 142–147.

12. Иванов С.М. Врачебный контроль и лечебная физкультура : учебник. Москва : Медицина, 1970. 470 с.

13. Кару Т.Э. Приложение корреляционного анализа при изучении воздействия повторных силовых нагрузок на гемодинамику у юных спортсменов : автореф. дисс. ... канд. биол. наук. Тарту, 1966. 24 с.

14. Кузнецов Ю.И. Механокардиография. *Клинико-физиологические методы исследования спортсменов*. Москва : ФиС, 1958. С. 103–131.

15. Куколевский Г.М., Граевская Н.Д. Основы спортивной медицины : пособие. Москва : Медицина, 1971. 368 с.

16. Ландырь А.П., Ачкасов Е.Е., Медведев И.Б. Тесты с дозируемой физической нагрузкой в спортивной медицине : учебное пособие. Москва : Спорт, 2019. 256 с.

17. Летунов С.П., Мотылянская Р.Е. Врачебный контроль в физическом воспитании. Москва : ФиС, 1951. 408 с.

18. Макарова Г.А. Практическое руководство для спортивных врачей. Ростов-на-Дону : БАРО-ПРЕСС, 2002. 800 с.

19. Медицинская реабилитация в спорте : руководство для врачей и студентов / под общ. ред. В.Н. Сокрута, В.Н. Казакова. Донецк : Каштан, 2011. 620 с.

20. Мозжухин А.С., Давиденко Д.Н. Роль системы физиологических резервов спортсмена в его адаптации к физическим нагрузкам. *Физиологические проблемы адаптации*. Тарту, 1984. С. 84–87.

21. Оценка резервных возможностей дыхания, кардио- и гемодинамики юных спортсменов / А.И. Босенко, А.Г. Беликова, Т.Н. Цонева и др. *Гигиена и санитария*. 1995. № 2. С. 19–22.

22. Поручиков Е.А. Оценка феномена «бесконечного тона» при функциональных пробах сердечно-сосудистой системы во врачебно-спортивной практике. *Ученые записки Университета имени П.Ф. Лесгафта*. 1964. Т. 9. С. 21–33.

23. Практические занятия по врачебному контролю / под общ. ред. А.Г. Дембо. Москва : ФиС, 1976. 300 с.

24. Спортивная медицина (руководство для врачей) / под ред. А.В. Чоговадзе, Л.А. Бутченко. Москва : Медицина, 1984. 384 с.

25. Спортивная медицина / В.В. Васильева, Н.Д. Граевская, Г.М. Куколевский, А.А. Минх, В.И. Рокитянский, Л.Н. Старцева. Москва : Медгиз, 1961. 444 с.

26. Спортивная медицина : учебник для институтов физической культуры / под ред. В.Л. Карпмана. Москва : ФиС, 1980. 304 с.

27. Спортивная медицина : учебник для студентов высших учебных заведений физического воспитания и спорта / под ред. Л.-Я.Г. Шахлиной. Киев : Наукова думка, 2016. 452 с.

28. Спортивная медицина. Общая патология, врачебный контроль с основами частной патологии : учебник для студентов институтов физической культуры / под ред. А.Г. Дембо. Москва : ФиС, 1975. 368 с.

29. Фізична реабілітація, спортивна медицина : підручник для студентів вищих медичних навчальних закладів / В.В. Абрамов, В.В. Клапчук, О.Б. Неханевич та ін. Дніпропетровськ : Журфонд, 2014. 456 с.

30. Чоговадзе А.В., Круглый М.М. Врачебный контроль в физическом воспитании и спорте : учебное пособие для медицинских институтов. Москва : Медицина, 1977. 175 с.

31. Шестаков С.В., Фиалковский А.В. Является ли нулевое минимальное давление показателем функциональной слабости сердечно-сосудистой системы. *Клиническая медицина*. 1941. Т. 19. № 1. С. 81–88.

32. Яновский М.В. Аномалии явлений Короткова в связи с вопросом о ритмических сокращениях сосудистой стенки. *Известия Военно-медицинской академии*. 1911. Т. 22. № 1. С. 20–25.

33. Mykhaliuk Ye.L., Syvolap V.V., Horokhovskiy Ye.Yu. Autonomic support of central hemodynamics and physical working capacity in female swimmers and runners in a one-year training cycle. *Запорізький медичний журнал*. 2022. Т. 24. № 1. С. 44–48.

34. Mykhaliuk Ye.L., Syvolap V.V., Horokhovskiy Ye.Yu. Effect of long-term training on heart rate variability, central hemodynamics and physical working capacity of female swimmers with different sports qualifications. *Запорізький медичний журнал*. 2021. Т. 23. № 5. С. 621–627.

35. Stein I. Transient “0” diastolic blood pressure (indirect) in the upper extremities. *Annals of Internal*

*Medicine*. 1949. Vol. 30. Iss. 3. P. 615–618. DOI: <https://doi.org/10.7326/0003-4819-30-3-615>.

36. Wilburne M. Transient “0” diastolic brachial pressure (indirect), associated with normal or elevated popliteal pressure, tachycardia, and nervous tension. *American Heart Journal*. 1945. Vol. 30. Iss. 4. P. 381–389. DOI: [https://doi.org/10.1016/0002-8703\(45\)90303-6](https://doi.org/10.1016/0002-8703(45)90303-6).

## References

1. Bosenko, A.I., Belinova, A.G. (1999). Otsenka funktsional'nykh rezervov podrostkov pri ispol'zovanii nagruzki [The assessment of functional reserves in adolescents during loading]. *Gigiena i sanitariya – Hygiene and sanitation*, 3, 51–52 [in Russian].

2. Bosenko, A.I., Belinova, A.G., Tsoneva, T.N. (1997). Funktsional'nye rezervy serdechno-sosudistoy sistemy devochek 15–16 let [Functional reserves of the cardiovascular system in 15–16-year-old girls]. *Gigiena i sanitariya – Hygiene and sanitation*, 4, 31–33 [in Russian].

3. Vasil'eva, V.E., Deshin, D.F. (1968). *Vrachebnyy kontrol' i lechebnaya fizicheskaya kul'tura: uchebnik dlya tekhnikumov fizicheskoy kul'tury i shkol trenerov [Medical control and therapeutic physical culture: a textbook for technical schools of physical culture and schools of trainers]*. Moscow: FiS, 295 p. [in Russian].

4. Mykhaliuk, Ye.L., Brazhnikov, A.M., Lozovyi, V.I. et al. (2001). Vyvchennia fizychnoi pratsezdatsnosti u sportsmeniv [Study of physical performance of athletes]. *Medychni perspektivy – Medical perspectives*, 4(3), 99–103 [in Ukrainian].

5. Viru, E.A. (1985). K voprosu ob auskul'tatornom fenomene beskonechnogo tona [To the question of the auscultatory phenomenon of infinite tone]. *Uchenye zapiski Tartuskogo gosudarstvennogo universiteta [Scientific Notes of Tartu State University]*, issue 723: Sportivnaya rabotosposobnost'. Trudy po fizicheskoy kul'ture [Athletic performance. Proceedings on physical culture]. Tartu, pp. 63–67 [in Russian].

6. Blyumin, V.G., Prager, R.L., Ryskov, P.A. et al. (1958). *Vrachebno-fizkul'turnyy dispanser [Medical and physical education dispensary]*. Moscow: Medgiz, 174 p. [in Russian].

7. Deshin, D.F., Kovalenko, V.N., Letunov, S.P., Motylyanskaya, R.E. (1965). *Vrachebnyy kontrol': uchebnik dlya studentov instituta fizicheskoy kul'tury [Medical control: textbook for students of the institute of physical culture]*. Moscow: FiS, 318 p. [in Russian].

8. Davidenko, D.N. (2005). Problema rezervov adaptatsii organizma k ekstremal'noy deyatelnosti: sostoyanie i perspektivy razvitiya [The problem of reserves of adaptation of the body to extreme activity: state and development prospects]. *Vestnik Baltiyskoy pedagogicheskoy akademii – Bulletin of the Baltic Pedagogical Academy*, 61, 117–120 [in Russian].

9. Tikhvinskiy, S.B., Khrushchev, S.V. et al. (eds.) (1980). *Detskaya sportivnaya meditsina [Pediatric sports medicine]*. Moscow: Meditsina, 439 p. [in Russian].

10. Zhuravleva, A.I., Graevskaya, N.D. (1993). *Sportivnaya meditsina i lechebnaya fizkul'tura: rukovodstvo dlya vrachev [Sports medicine and physiotherapy exercises: guide for doctors]*. Moscow: Meditsina, 432 p. [in Russian].

11. Zoidze, A.K. (1963). O funktsional'nykh narusheniyyakh nervnoy sistemy u sportsmenov s

fenomenom beskonechnogo tona [On functional disorders of the nervous system in athletes with the phenomenon of infinite tone]. *Fizicheskaya kul'tura i zdorov'e [Physical culture and health]*. Moscow: Medgiz, pp. 142–147 [in Russian].

12. Ivanov, S.M. (1970). *Vrachebnyy kontrol' i lechebnaya fizkul'tura: uchebnik [Physician supervision and therapeutic physical training: textbook]*. Moscow: Meditsina, 470 p. [in Russian].

13. Karu, T.E. (1966). Prilozhenie korrelyatsionnogo analiza pri izuchenii vozdeystviya povtornykh silovykh nagruzok na gemodinamiku u yunyykh sportsmenov [Application of correlation analysis to study the effect of repeated power loads on hemodynamics in young athletes]. *Extended abstract of Candidate's thesis*. Tartu, 24 p. [in Russian].

14. Kuznetsov, Yu.I. (1958). Mekhanokardiografiya [Mechanocardiography]. *Kliniko-fiziologicheskie metody issledovaniya sportsmenov [Clinical and physiological methods for the study of athletes]*. Moscow: FiS, pp. 103–131 [in Russian].

15. Kukolevskiy, G.M., Graevskaya, N.D. (1971). *Osnovy sportivnoy meditsiny: posobie [Fundamentals of sports medicine: handbook]*. Moscow: Meditsina. 368 p. [in Russian].

16. Landyr', A.P., Achkasov, E.E., Medvedev, I.B. (2019). *Testy s doziruемой fizicheskoy nagruzkoj v sportivnoy meditsine: uchebnoe posobie [Tests with metered physical activity in sports medicine: training manual]*. Moscow: Sport, 256 p. [in Russian].

17. Letunov, S.P., Motylyanskaya, R.E. (1951). *Vrachebnyy kontrol' v fizicheskom vospitanii [Physician supervision in physical education]*. Moscow: FiS, 408 p. [in Russian].

18. Makarova, G.A. (2002). *Prakticheskoe rukovodstvo dlya sportivnykh vrachej [Practical guide for sports physicians]*. Rostov-on-Don: BARO-PRESS, 800 p. [in Russian].

19. Sokrut, V.N., Kazakov, V.N. (eds.) (2011). *Meditsinskaya rehabilitatsiya v sporte: rukovodstvo dlya vrachej i studentov [Medical rehabilitation in sports: guide for physicians and students]*. Donetsk: Kashtan, 620 p. [in Russian].

20. Mozhukhin, A.S., Davidenko, D.N. (1984). Rol' sistemy fiziologicheskikh rezervov sportsmena v ego adaptatsii k fizicheskim nagruzkam [The role of the system of physiological reserves of the athlete in his adaptation to physical activity]. *Fiziologicheskie problemy adaptatsii [Physiological problems of adaptation]*. Tartu, pp. 84–87 [in Russian].

21. Bosenko, A.I., Belikova, A.G., Tsoneva, T.N. et al. (1995). Otsenka rezervnykh vozmozhnostey dykhaniya, kardio- i gemodinamiki yunyykh sportsmenov [Evaluation of reserved potentials of respiration, cardio- and hemodynamics in young athletes]. *Gigiya i sanitariya – Hygiene and sanitation*, 2, 19–22 [in Russian].

22. Poruchikov, E.A. (1964). Otsenka fenomena "beskonechnogo tona" pri funktsional'nykh probakh serdechno-sosudistoy sistemy vo vrachebno-sportivnoy praktike [Assessment of the "infinite tone" phenomenon in functional tests of the cardiovascular system in medical and sports practice]. *Uchenye zapiski Universiteta imeni P.F. Lesgafta – Scientific notes of the University named after P.F. Lesgaft*, 9, 21–33 [in Russian].

23. Dembo, A.G. (ed.) (1976). *Prakticheskie zanyatiya po vrachebnomu kontrolyu [Practical training on medical supervision]*. Moscow: FiS, 300 p. [in Russian].

24. Chogovadze, A.V., Butchenko, L.A. (eds.) (1984). *Sportivnaya meditsina (rukovodstvo dlya vrachej) [Sports medicine (guide for physicians)]*. Moscow: Meditsina, 384 p. [in Russian].

25. Vasil'eva, V.V., Graevskaya, N.D., Kukolevskiy, G.M., Minkh, A.A., Rokityanskiy, V.I., Startseva, L.N. (1961). *Sportivnaya meditsina [Sports medicine]*. Moscow: Medgiz, 444 p. [in Russian].

26. Karpman, V.L. (ed.) (1980). *Sportivnaya meditsina: uchebnik dlya institutov fizicheskoy kul'tury [Sports medicine: textbook for institutes of physical culture]*. Moscow: FiS, 304 p. [in Russian].

27. Shakhlina, L.-Ya.G. (ed.) (2016). *Sportivnaya meditsina: uchebnik dlya studentov vysshikh uchebnykh zavedeniy fizicheskogo vospitaniya i sporta [Sports medicine: textbook for students of higher educational institutions of physical education and sports]*. Kyiv: Naukova dumka, 452 p. [in Russian].

28. Dembo, A.G. (ed.) (1975). *Sportivnaya meditsina. Obshchaya patologiya, vrachebnyy kontrol' s osnovami chastnoy patologii: uchebnik dlya studentov institutov fizicheskoy kul'tury [Sports medicine. General pathology, medical control with the basics of private pathology: textbook for students of physical culture institutes]*. Moscow: FiS, 368 p. [in Russian].

29. Abramov, V.V., Klapchuk, V.V., Nekhanevych, O.B. et al. (2014). *Fizichna rehabilitatsiya, sportyvna medytsyna: pidruchnyk dlia studentiv vyshchyykh medychnykh navchalnykh zakladiv [Physical rehabilitation, sports medicine: a textbook for students of higher medical educational institutions]*. Dnipropetrovsk: Zhurfond, 456 p. [in Ukrainian].

30. Chogovadze, A.V., Kruglyy, M.M. (1977). *Vrachebnyy kontrol' v fizicheskom vospitanii i sporte: uchebnoe posobie dlya meditsinskikh institutov [Medical control in physical education and sports: textbook for medical institutes]*. Moscow: Meditsina, 175 p. [in Russian].

31. Shestakov, S.V., Fialkovskiy, A.V. (1941). Yavlyaetsya li nulevoe minimal'noe davlenie pokazatelem funktsional'noy slabosti serdechno-sosudistoy sistemy [Is zero minimum pressure an indicator of functional weakness of the cardiovascular system]. *Klinicheskaya meditsina – Clinical medicine*, 19(1), 81–88 [in Russian].

32. Yanovskiy, M.V. (1911). Anomalii yavleniy Korotkova v svyazi s voprosom o ritmicheskikh sokrashcheniyakh sosudistoy stenki [Anomalies of Korotkoff phenomena in connection with the issue of rhythmic contractions of the vascular wall]. *Izvestiya Voенno-meditsinskoy akademii – Proceedings of the Military Medical Academy*, 22(1), 20–25 [in Russian].

33. Mykhaliuk, Ye.L., Syvolap, V.V., Horokhovskiy, Ye.Yu. (2022). Autonomic support of central hemodynamics and physical working capacity in female swimmers and runners in a one-year training cycle. *Zaporizkyi medychnyi zhurnal – Zaporozhye medical journal*, 24(1), 44–48 [in English].

34. Mykhaliuk, Ye.L., Syvolap, V.V., Horokhovskiy, Ye.Yu. (2021). Effect of long-term training on heart rate variability, central hemodynamics and physical working capacity of female swimmers with different sports

qualifications. *Zaporizkyi medychnyi zhurnal – Zaporozhye medical journal*, 23(5), 621–627 [in English].

35. Stein, I. (1949). Transient “0” diastolic blood pressure (indirect) in the upper extremities. *Annals of Internal Medicine*, 30(3), 615–618. DOI: <https://doi.org/10.7326/0003-4819-30-3-615> [in English].

36. Wilburne, M. (1945). Transient “0” diastolic brachial pressure (indirect), associated with normal or elevated popliteal pressure, tachycardia, and nervous tension. *American Heart Journal*, 30(4), 381–389. DOI: [https://doi.org/10.1016/0002-8703\(45\)90303-6](https://doi.org/10.1016/0002-8703(45)90303-6) [in English].

**Yevhen Mykhaliuk,**

*Doctor of Medicine, Professor,*

*Head of the Department of Physical Rehabilitation, Sports Medicine, Physical Education and Health,*

*Zaporizhzhia State Medical University,*

*26, Mayakovsky ave., Zaporizhzhia, Ukraine,*

*ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-3607-7619>*

**Yehor Horokhovskiy,**

*Candidate of Biological Sciences,*

*Associate Professor at the Department of Physiology, Immunology, and Biochemistry*

*with a Course of Civil Defense and Medicine,*

*Zaporizhzhia National University,*

*66, Zhukovsky str., Zaporizhzhia, Ukraine,*

*ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-4555-9110>*

**Anatolii Bosenko,**

*Doctor of Pedagogy, Candidate of Biological Sciences,*

*Professor at the Department of Biology and Health Protection,*

*The State Institution “South Ukrainian National Pedagogical*

*University named after K. D. Ushynsky”,*

*26, Staroportofrankivska str., Odesa, Ukraine,*

*ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-3472-0412>*

## A RETROSPECTIVE REVIEW OF THE DEFINITION OF “INFINITE TONE” UNDER THE CONDITIONS OF FUNCTIONAL TESTS IN SPORTS MEDICINE

*The analysis of retrospective and modern scientific works shows ambiguity of approaches to a phenomenon of “infinite tone”, and also the factors and conditions contributing to its occurrence in the process of functional diagnostics. This fact stipulates contradictions in an assessment of the corresponding functional state of the person in medical practice, in particular in sports medicine, and consequently, the relevance of the problem. The aim of the work is a retrospective analysis of the scientific literature devoted to the study of the phenomenon of “infinite tone” in functional diagnostics. Theoretical (analysis of scientific and scientific-methodological literature on the issue of research), empirical (medical and pedagogical experimental study of functional abilities of persons of different gender, age, level of physical fitness and sports specialization) and analytical (statistical analysis with the calculation of  $M$ ,  $\sigma$ ,  $m$ ,  $CV$ , Student’s  $t$ -test) methods were used in the work. The scientific literature on the phenomenon of “infinite tone”, which is revealed in athletes after physical load, is analyzed in chronological order. The mechanisms of “infinite tone” occurrence, as well as the origin of dystonic type of blood circulation with “infinite tone” phenomenon, are reviewed. A total of 3,914 cycle ergometry studies were performed, in which 2,520 male (64,38%) and 1,394 female (35,62%) athletes with sports qualifications from second-class athlete to honored masters in various sports (standard and situational, cyclic and acyclic) were examined. Classical measurements of physical working capacity on a bicycle ergometer were conducted with measurement of heart rate and blood pressure in the sitting position on the bicycle ergometer before physical load, after the first load, after the second load, and at the 5<sup>th</sup> minute of the recovery process. It was found that “infinite tone” was audible in 57,46% of athletes after the second physical load on the cycle ergometer, including 74,03% of men and 25,97% women ( $p=0,00001$ ). This indicates a probable prevalence of “infinite tone” in male athletes, and accordingly, requires consideration in functional diagnostics. The attempt to reveal mechanisms of the specified phenomenon and individual features of its manifestation is undertaken. Prospects for further research are seen in the study of the influence of age, gender, sport and sports qualification on the manifestations of infinite tone after dosed and extreme physical loads.*

**Key words:** *infinite tone, athletes, men, women, submaximal  $PWC_{170}$  test, blood pressure.*