

## ***Методологія біологічного експерименту в 9-му класі***

На сторінках журналу «Біологія і хімія в школі» нами було розглянуто питання щодо дотримання методологічних вимог при організації навчального фізіологічного експерименту на прикладі першої частини лабораторної роботи «Втома при статичному та динамічному навантаженні. Вплив ритму і навантаження на розвиток втоми».

У даній статті продовжимо розгляд цього питання на матеріалі дослідження впливу ритму і навантаження на розвиток втоми.

Так, одні автори [3] пропонують проводити експеримент за такою методикою:

### **Дослідження величини навантаження на розвиток втоми.**

1) Робота проводиться в парах. Учні пропонується піднімати протягом 3 с вантаж масою 1 кг до рівня певної позначки і опускати його протягом 3 с. Другий учень рахує кількість піднімань і фіксує час настання втоми. Після цього учні міняються місцями.

2) Ті ж самі учні виконують аналогічне завдання у ритмі 2 с., потім 1 с. Результати записують у таблицю:

Ритм навантаження	3с		2с		1с	
	1 кг	3 кг	1 кг	3 кг	1 кг	3 кг
Показники						
Кількість піднімань						
Час настання втоми						

Після виконання запропонованих завдань і на основі заповненої таблиці учням пропонується зробити висновок: як залежить розвиток втоми від ритму скорочення м'язів?

### **Дослідження впливу навантаження на розвиток втоми.**

Виконуються дії, аналогічні тим, що виконувалися в попередньому завданні, але з 3-кілограмовими гантелями. На основі порівняння результатів першого та другого досліджень пропонується зробити висновок: як залежить розвиток втоми від величини навантаження?

Проаналізуємо запропоновану методику досліджень на предмет її відповідності методологічним вимогам до фізіологічного експериментування.

По-перше, у дослідженні беруть участь два учня, які виконують однакові завдання. Отже, вимога повторювальності експерименту дотримана. Водночас у запропонованій для заповнення таблиці не відведено місце для внесення даних кількох повторностей, тому для учнів не зовсім зрозумілим є те, які саме результати записувати – середні арифметичні по обом учням або ж окремо по кожному. Внесення середніх арифметичних (середньої кількості піднімань вантажу та середнього часу настання втоми) не є методично обґрунтованим, тому що в такому випадку втрачається весь сенс проведення експерименту у повторювальностях. Це пояснюється тим, що виконання завдання двома учнями повинно переконати спостерігачів у тому, що експериментально отримані залежності часу настання втоми від кількості піднімань та маси вантажу є об'єктивними. Це дає можливість учням переконатися в тому, що отримані результати експериментів є не випадковими, а такими, що будуть однаковими для будь-якої кількості повторювальностей.

- По-друге, час настання втоми фіксується не виконавцем роботи, а учнем – спостерігачем, отже об'єктивно.

- По-третє, в результаті виконання першого досліду учні повинні дійти висновку про те, що час настання втоми зменшується із збільшенням кількості піднімань, тобто із зростанням ритму роботи. На нашу думку, для того, щоб цей висновок був переконливим для учнів, слід поміняти місцями виконання піднімань у різному ритмі. Так, спочатку слід піднімати вантаж у ритмі 1 с., потім 2 с., потім 3 с. Чому? Пригадаємо дослід з вивчення втоми при статичному та динамічному навантаженні. Оскільки втома при статичному навантаженні розвивається швидше, то дослід із динамічним навантаженням проводиться після досліду із статичним навантаженням. Це дає можливість переконати учнів у тому, що на швидкість настання втоми при статичній роботі не вплинуло попереднє виконання динамічної роботи.

У досліді із ритмом роботи ситуація подібна, тому для того, щоб переконати учнів, що на час настання втоми при швидкому ритмі не вплинуло попереднє виконання роботи у повільному та середньому ритмі, їх слід поміняти місцями.

- По-четверте, при дослідженні впливу навантаження на розвиток втоми не дотримано вимогу єдиної відмінності. Учням пропонується у цьому досліді не просто піднімати вантаж іншої маси (3 кг), а й піднімати його у різному ритмі. Отже, не зрозуміло, що саме досліджується в досліді – вплив навантаження на розвиток втоми чи вплив ритму на розвиток втоми? Хоча фактично учні отримують «правильні результати», але у такому варіанті проведення досліду, який був описаний вище, школярі не усвідомлюють найголовнішого – біологічний експеримент повинен відповідати певним вимогам, які дають можливість отримати достовірний результат. А що ж у навчальному біологічному експерименті є основним – отримати так званий правильний результат, чи навчити школярів планувати і проводити експеримент так, щоб результати його були достовірними? Крім того, виконання роботи спочатку з 1-кілограмовими, а потім з 3-кілограмовими гантелями, на нашу думку, також методично не обґрунтовано, тому що втома

з більшим навантаженням буде завжди наступати швидше, ніж з меншим навантаженням. Отже, ситуація тут спостерігається така ж, як і з послідовністю статичної та динамічної роботи та різним ритмом. Для отримання достовірних результатів експерименту спочатку слід виконати дослідження з більшим, а потім з меншим навантаженням. Саме така послідовність бажана для того, щоб виключити вплив попередньо виконаної роботи та втоми, що розвинулася, на результати експерименту з більшим навантаженням. Хоча при цьому ми не заперечуємо, що у запропонованому авторами варіанті проведення роботи результати «зовнішньо» будуть правильними.

Проаналізуємо ще один методичний підхід до проведення вищевказаних експериментів [6].

Для визначення *впливу частоти ритму на розвиток стомлення* автори пропонують таке завдання:

«Учень із вагою масою 3 кг (5 кг) згинає руку в різному темпі: повільному, середньому та швидкому. Кількість рухів і час початку стомлення запишіть до таблиці».

Для визначення *величини навантаження на розвиток стомлення* пропонується виконати наступне:

«Учень послідовно згинає руку з вагою різної маси – 1 кг, 3 кг, 5 кг. Перед кожною зміною ваги робляться перерви. Для кожної ваги підраховується кількість рухів і час початку стомлення. Дані запишіть до таблиці».

По-перше, у запропонованому варіанті проведення експериментів не дотримана вимога повторювальності, тому що експериментальні дії виконуються одним учнем. Це не дає можливості переконати учнів у тому, що результати досліджень є не випадковими, а такими, що будуть однаковими для будь – якої кількості повторювальностей.

По-друге, у запропонованому варіанті не зрозумілим є те, ким фіксується час початку стомлення – учнем - виконавцем, тобто суб'єктивно, чи спостерігачами, тобто об'єктивно.

По-третє, як і в першому проаналізованому методичному підході, спочатку учень працює у повільному ритмі та з меншою вагою, а потім у швидкому ритмі та з максимальною вагою. На нашу думку, методологічно обґрунтованішою є зворотна послідовність виконання дій. Вище у статті було наведене розгорнуте пояснення чому.

По-четверте, в обох запропонованих завданнях другого методичного підходу дотримано вимогу єдиної відмінності. Так, у першому завданні учень працює з вагою однієї маси, але в різному ритмі. В другому завданні учень працює з вагою різної маси, але в одному ритмі.

Підбиваючи підсумки вищесказаного, можемо переконатися в тому, що методика проведення навчального фізіологічного експерименту з дослідження впливу ритму та величини навантаження на розвиток втоми потребує більшої уваги з боку методистів задля приведення її у відповідність з методологічними вимогами до експериментального методу.

Аналізуючи тему лабораторної роботи «Стомлення при статичному та динамічному навантаженні. Вплив ритму й навантаження на розвиток стомлення», запропоновані методики її проведення, виникає питання, навіщо взагалі вона включена в зміст шкільної програми з біології? Дивне питання? Анітрохи. Спробуємо пояснити чому.

З якою метою проводяться лабораторні роботи з біології із застосуванням експериментального методу? Проведення таких лабораторних робіт окрім навчання учнів прийомам роботи з лабораторним обладнанням, формування практичних вмінь та закріплення знань на практиці, *повинно переконувати учнів в існуванні об'єктивних біологічних закономірностей, повинно розвіювати певні хибні побутові уявлення, повинно навчати учнів бачити проблему та планувати й проводити експеримент для її розв'язання.* Так, «організація пізнавальної діяльності учнів на основі демонстрування

досліді повинна бути спрямована на визначення сутності того чи іншого явища, встановлення причинно-наслідкових зв'язків фізіологічних процесів, що протікають в організмі» [7].

Аналізуючи методичні підходи до проведення експерименту з вивчення швидкості настання втоми при різному навантаженні та ритмі, замислимося, яка проблема постає перед учнями, яке протиріччя їм необхідно розв'язати? Адже з життєвого досвіду, а його актуалізації підчас приділяється недостатньо уваги на уроці, учні знають, що чим більша вага (наприклад, відра з водою), тим швидше настає втома; чим інтенсивніше (у швидшому ритмі) виконувати вправи (наприклад, під час ранкової гімнастики чи в спортзалі), тим швидше настає втома. Отже, під час лабораторної роботи з вищеназваної теми школярі *лише переконуються* в правильності тих висновків, які зроблені на основі життєвого досвіду.

Як зробити так, щоб перед школярами під час проведення названої лабораторної роботи постала проблема, для вирішення якої недостатньо життєвого досвіду, але яку можна розв'язати, актуалізувавши міжпредметні знання та провівши експериментальне дослідження?

Перш за все звернемося до методичної літератури і проаналізуємо, яку назву має демонстраційний експеримент, про який йде мова у статті.

- «Виявлення впливу частоти ритму й величини навантаження на розвиток стомлення» [6];
- «Вплив ритму й навантаження на розвиток втоми» [3];
- «Вплив ритму роботи і навантаження на розвиток втоми» [1];
- «Значення ритму у роботі м'язів», «Значення навантаження для роботи м'язів» [4];
- «Доведення того, що найбільшу роботу людина може виконувати при середньому навантаженні», «Доведення того, що працездатність м'язів залежить від ритму роботи» [5].

Отже, як бачимо з наведених формулювань, у методичній літературі відсутня єдність у назві фізіологічного експерименту, про який йде мова у

статті. Одні методисти пропонують досліджувати вплив ритму роботи і навантаження *на розвиток втоми*, інші – *на працездатність м'язів*. На нашу думку, саме через таку нечіткість назви експерименту, у деяких методичних підходах губиться його сутність. Іншими словами, не дотримується така методологічна вимога до навчального фізіологічного експерименту, як достовірність по суті.

На наш погляд, найбільш методично коректною і методологічно обґрунтованою є така назва експерименту: «Вивчення закону середнього ритму і середнього навантаження» [2]. Саме вона найбільш точно і повно відбиває сутність дослідження, дозволяє розкрити причинно-наслідкові зв'язки між отриманими експериментальними даними та продемонструвати наявність об'єктивно існуючої біологічної закономірності, яка сформульована І.М. Сеченовим як *закон середнього ритму та середнього навантаження*.

Створення проблемної ситуації на уроці при проведенні вищевказаного експерименту можливе при запитанні вчителя: «При якому ритмі та навантаженні (мінімальному, середньому чи максимальному) людина зможе виконати найбільшу роботу?» Як правило, учнями висувуються різноманітні припущення, при чому частіше за все школярі називають максимальне навантаження. Вчитель пропонує теоретично підтвердити їх, скориставшись формулою для обчислення виконаної роботи  $A = F \times h$ ,  $A = m \times g \times h$ .

Опис методики опрацювання з учнями вищенаведеної формули, її аналіз при підставленні різних величин навантаження ( $m$ ) та висоти піднімання руки ( $h$  - загальна кількість піднімань, помножена на середню висоту піднімання руки), переконливе теоретичне доведення того, що максимальна робота буде виконуватися при середньому ритмі та середній величині навантаження, наведена у літературі [2]. Так, якщо у формулу підставити мінімальне навантаження, наприклад, 0 кг, то добуток навантаження і шляху руки буде дорівнювати нулю. Якщо взяти навантаження максимальне, то рука взагалі не зможе піднятися, а звідси і

добуток, тобто робота теж буде дорівнювати нулю. Максимальним добуток буде в тому випадку, коли величина навантаження і шляху руки будуть середніми.

У процесі проведення експериментального дослідження учні можуть переконатися в тому, що дійсно, максимальна робота буде виконуватися при середньому ритмі та середньому навантаженні. *Складність фізіологічного експерименту*, про який йде мова, полягає в тому, що тільки за результатами візуального спостереження ані учень – виконавець, ані учні – спостерігачі не можуть констатувати, при якому навантаженні та ритмі виконується максимальна робота. Учнями можуть бути зафіксовані лише такі експериментальні результати, як час настання втоми та кількість піднімань руки з вантажем. Знаючи останні, можна обчислити величину виконаної роботи.

Можливий й інший варіант проведення цього експерименту – без попереднього опрацювання формули. При цьому учні отримані експериментальні результати заносять у таблицю:

Маса вантажу, кг	Кількість піднімань	Висота підняття руки, м	Час настання втоми, с	Виконана робота, $A = F \times h$
5кг		0,5 м		
3 кг		0,5 м		
1 кг		0,5 м		

Кількість піднімань слід рахувати для того, щоб обчислити загальний шлях руки ( $h$ ), тобто кількість піднімань помножити на висоту підняття руки.

Фіксування часу настання втоми (передостанній стовпчик таблиці) для цього експерименту є важливим для того, щоб продемонструвати учням наступну суперечність – час настання втоми із зменшенням навантаження збільшується, але величина виконаної роботи (останній стовпчик таблиці) не характеризується такою залежністю. Вчитель пропонує проаналізувати



заповнену таблицю і визначити, при якому навантаженні робота буде максимальною.

Для того, щоб довести, що виконувана робота буде максимальною при середньому ритмі, учням необхідно працювати в різному ритмі з однаковим навантаженням, наприклад, 5 кг. За результатами експерименту заповнити таку таблицю:

Ритм піднімань	Кількість піднімань	Висота підняття руки, м	Час настання втоми, с	Виконана робота, $A = F \times h$
Швидкий				
Середній				
Низький				

Як і в попередньому варіанті, необхідність фіксування часу настання втоми пояснюється демонструванням обернено пропорційної залежності часу настання втоми від ритму роботи, і відсутністю такої залежності для величини виконуваної роботи. Вчитель пропонує проаналізувати заповнену таблицю і визначити, при якому навантаженні робота буде максимальною.

Аналогічні таблиці для заповнення учнями при виконанні експериментальних завдань пропонуються у методичній літературі [1, с.36]. Однак, слід звернути увагу на те, що вважаємо за доцільне змінити запропоновану авторами послідовність роботи з вантажем різної маси: учні мають спочатку працювати з найбільшою масою, потім із середньою, потім з найменшою.

При виконанні експериментальних завдань у різному ритмі послідовність роботи, на нашу думку, теж повинна бути іншою: учні мають працювати спочатку у швидкому ритмі, потім у середньому, наостанок у повільному. Обґрунтування саме таких послідовностей наведені вище у статті.

Підбиваючи підсумки статті, наголосимо на тому, що, по-перше, шкільний фізіологічний експеримент повинен відповідати сукупності методологічних вимог, що не завжди дотримано в методичній літературі. У статті ми намагалися розкрити деякі з таких вимог. По-друге, фізіологічний експеримент має демонструвати учням біологічні (фізіологічні) закономірності, які не завжди можна спостерігати візуально, а для їх розкриття необхідно здійснити певні розрахунки. Так, зокрема, при виконанні експерименту з дослідження впливу навантаження та ритму на розвиток втоми його доповнення розрахунком величини виконуваної роботи дозволить розкрити перед учнями сутність закону І.М. Сеченова – *закону середнього ритму та середнього навантаження*.

Список використаної літератури:

1. Анисімова В.С. Самостійні роботи учнів з анатомії, фізіології і гігієни людини: Посібник для вчителя / В.С. Анисімова, Є.П. Бруновт, Л.В. Реброва. – К.: Освіта, 1993. – 112 с.
2. Биологический эксперимент в школе: кн. для учителя / [А.В. Бинас, Р.Д. Маш, А.И. Никишов и др.]. – М.: Просвещение, 1990. - 192 с. – (Серия «Библиотека учителя биологии»).
3. Біологія: Підруч. для 9 кл. загальноосвіт. навч. закл. / [Степанюк А.В., Міщук Н.Й., Гладюк Т.В., Жирська Г.Я., Барна Л.С.]. – Тернопіль: Підручники і посібники, 2009. – 288 с.
4. Бруновт Е.П. Методика преподавания анатомии и физиологии человека / Евгения Павловна Бруновт. – М.: Изд – во АПН, 1954. – 480 с.
5. Воронин Л.Г. Методика проведения опытов и наблюдений по анатомии, физиологии и гигиене человека / Воронин Л.Г., Маш Р.Д. – М.: Просвещение, 1983. – 160 с.
6. Котик Т.С. Біологія. 9 клас: Робочий зошит / Т.С. Котик, О.В. Тагліна. – Х.: Ранок, 2009. – 112 с. + Дод. (32 с.).

7. Организация учебной деятельности школьников на уроках биологии / А.Н. Бровкина, Е.Т. Бровкина, Г.С. Калинова. – М. – Просвещение, 1988. – 192 с.

Кандидат педагогічних наук,

доцент кафедри зоології

Криворізького державного

педагогічного університету

Комарова Олена Володимирівна