

Вплив треніювання на вміст глікогену в м'язах кроликів, голубів та курей*.

В. Й. Розенгарт.

Кафедра біохемії (зав.—О. М. Кашпур) Дніпропетровського медичного інституту
(директор — проф. Габінов).

Можна вважати за безперечне, що збільшення працездатності м'яза після повторної роботи (треніювання) пов'язане з біохемічними змінами в ньому (А. Палладін^{1,2}, Е. Lehnartz³).

У треніюваному м'язі, поруч з іншими змінами, збільшується запас глікогену (О. Палладін та Д. Фердман⁴, Embden й Habs⁵), вміст креатину⁴, фосфокреатину (Д. Фердман та О. Файншмідт⁶), заліза (В. Кліменко¹¹). Певних змін зазнає й оксидативна система м'яза (О. Палладін та Р. Чаговець⁷, Сорені⁸, О. Палладін та О. Кашпур⁹, О. Палладін, С. Боржковський та Л. Палладіна¹⁰).

Робота, що спричиняє зміни в нетреніюваному м'язі, характерні для втоми і виснаження, майже не відбивається на біохемії треніюваного м'яза (О. Палладін та О. Кашпур⁹, Б. Колдаєв¹², О. Палладін та С. Боржковський¹⁰).

Але в кролика — звичайного об'єкта цих досліджень — далеко не всі компоненти змінюються однаково виразно. Приміром, вміст глікогену збільшується звичайно в 2—3 рази, тим часом, як зростання кількості креатину в м'язі незначне, а вміст білка навіть падає.

Отже перебудова м'яза при треніюванні зовсім не полягає в механічно-одноманітному зростанні всіх компонентів м'яза, пов'язаних з роботою.

В м. bicipitis fem. кролика, приміром, протягом перших днів треніювання відбуваються характерні зміни, що їх, на нашу думку, слід розглядати як типову реакцію на повторну роботу (треніювання) саме цього кролячого м'яза.

Важко припустити, щоб реакція всіх м'язів всіх тварин (хоч би лише ссавців) на повторну роботу була така ж сама, як і в кролика**. А тому можна припустити, що існують певні типи реакції на повторну роботу, певні типи треніювання.

Виявлення таких типів (якщо вони справді існують) і встановлення закономірностей, які визначають тип (чи то особливості складу м'яза, чи місце тварини на певній ступені еволюції, чи може, щось інше), видається нам надзвичайно актуальним, бо воно складає ґрунт для мож-

* Відповідно до поданих тут дробових цифр див. літературу наприкінці статті.

** Як натяк на можливу різну реакцію, можна розглядати наслідки дослідів С. Феміна¹⁴ про вплив треніювання на вміст калію в м'язах кроликів. Він виявив у першу добу після кінця періоду треніювання зменшений вміст калію в треніюваних м'язах кроликів і збільшений в треніюваних м'язах собак.

ливого застосування до людини даних, добутих в експерименті на тваринах.

Наша лабораторія працює тепер над вивченням накреслених питань. Завдання цієї роботи—лише порівняти вплив треніювання на вміст глікогену в різних м'язах. Для початку вибрано білий *m. rectus fem.* кролика, інтенсивно червоний *m. pectoralis* голуба і білий мало працюючий, в звичайних умовах *m. pectoralis* курки.

Треніювання полягало в щоденному подразненні відповідного м'яза однієї сторони електричним струмом індукційної катушки, електроди якої ритмічно прикладались до поголеної та змоченої водою ділянки шкіри над цим м'язом. Тривалість сеансу треніювання була для кроликів і голубів 15 хвилин—часто двічі на день. Через те, що *m. pectoralis* курки легше втомлюється, ніж названі м'язи кроликів і голубів, то для курей щоденне треніювання в частині спроб було встановлене в 5 хвил. за один раз, а в частині—двічі по 3 хвил. з відпочинком між сеансами не менш як 3 години.

В описаний спосіб звичайно треніювали відповідний правий м'яз, а лівий правив за контроль. Тварину вбивали через добу після останнього сеансу треніювання. Обидва м'язи, можливо, швидко відпрепаровувались, і з кожного швидко брали по три наважки для визначення в них глікогену за Pflüger'ом.

Наслідки серії дослідів з кроликами зведено в табл. 1.

Табл. 1. Вплив треніювання на вміст глікогену в м'язах кроликів.

Table 1. Effet du training sur le taux de glycogène dans les muscles des lapins

№№ дослідів №№ des expériences	Термін треніювання (дні) Durée du training (jours)	Mg% гліко- гену в тре- нійованому м'язі Mg% de glycogène dans le mu- scle soumis au training	Mg% гліко- гену в не- тренійова- ному м'язі Mg% de glycogène dans le mu- scle non soumis au training	Різниця між треніюваним та нетрені- йованим Différence entre les muscles soumis et non soumis au training	Відношення треніюва- ного до не- треніюва- ного м'яза Rapport des muscles sou- mis au trai- ning non soumis
1	2	3	4	5	6
2	34	617	232	385	2,66
7	82	338	307	31	1,10
8	20	874	563	311	1,55
12	19	1260	718	542	1,76
13	23	1320	539	781	2,45
У середньому En moyenne	36	882	472	410	1,88

У третій графі табл. 1, 2, 3 показано вміст глікогену в треніюваному м'язі в мг%, у четвертій графі теж саме для контрольного (нетреніюваного м'яза), в п'ятій графі різниця цифр третьої і четвертої граф, в шостій графі—відношення тих же цифр. Як видно з таблиці, кролики реагували на треніювання збільшенням вмісту глікогену в 1, 5—2, 7 рази. Щодо цього треніюваний нами *m. rectus fem.* не відрізнявся своєю реакцією від *m. bicipitis fem.*

Єдиний виняток тут становить кролик № 7, який дав збільшення глікогену в 1,1 раза після 81 дня треніювання. Але цей факт відповідає

спостереженням Procter й Best (цитовано за Е. Lehnartz'ом³), які виявили падіння вмісту глікогену при тривалому треніюванні.

Як і в дослідах Embden'a та Habs'a⁵, треніюваний м'яз завжди видавався темніше забарвленим.

Табл. 2. Вплив треніювання на вміст глікогену в м'язах голубів.
Table 2. Effet du training sur le taux de glycogène dans les muscles des pigeons.

№№ дослідів №№ des expériences	Термін треніювання (дні) Durée du training (jours)	Мг% гліко- гену в тре- нійованому м'язі Mgr. % de glycogène dans le mu- sclе soumis au training	Мг% гліко- гену в не- треніюва- ному м'язі Mgr. % de glycogène dans le mu- sclе non soumis au training	Різниця між треніюваним та нетрені- йованим Différence entre les muscles soumis et non soumis au training	Відношення треніюва- ного до не- треніюва- ного м'яза Rapport des muscles sou- mis au trai- ning non soumis
1	2	3	4	5	6
3	42	643	477	166	1,35
4	35	573	524	49	1,09
5	32	1102	947	155	1,16
10	22	598	584	14	1,03
11	25	872	689	183	1,22
У середньому En moyenne	31	758	644	114	1,18

В голубів (див. табл. 2) треніювання теж завжди спричиняло зростання вмісту глікогену, але менше, ніж у кроликів, і в деяких випадках цього зростання майже не було. Максимальне збільшення вмісту глікогену—в 1,35 раза.

Табл. 3. Вплив треніювання на вміст глікогену в м'язах курей.
Table 3. Effet du training sur le taux de glycogène dans les muscles des poules.

№№ дослідів №№ des expériences	Термін треніювання (дні) Durée du training (jours)	Мг% гліко- гену в тре- нійованому м'язі Mgr. % de glycogène dans le mu- sclе soumis au training	Мг% гліко- гену в не- треніюва- ному м'язі Mgr. % de glycogène dans le mu- sclе non soumis au training	Різниця між треніюваним та нетрені- йованим Différence entre les muscles soumis et non soumis au training	Відношення треніюва- ного до не- треніюва- ного м'яза Rapport des muscles sou- mis au trai- ning non soumis
1	2	3	4	5	6
6	81	974	919	55	1,05
9	19	736	641	95	1,15
14	27	486	536	50	0,91
16	22	1037	1197	160	0,87
17	27	956	800	156	1,19
У середньому En moyenne	35	838	819	19	1,02

Щодо курей (див. табл. 3), то збільшення вмісту глікогену під впливом тренування спостерігається в них не завжди, і своєю абсолютною (п'ята графа) і відносною величиною ніколи не досягало такого максимального рівня, який спостерігається в голубів.

Виходячи лише з наведених даних, можна було б навіть поставити під сумнів самий факт реакції *m. pectoralis* курки на тренування. Але спостереження В. Кліменка¹¹ над збільшенням вмісту заліза і фосфокреатину в треніюваних м'язах показали, що кури реагують на тренування збільшенням цих компонентів майже однаково з кроликами.

Темніший колір треніюваного м'яза в курей виявлено лише в одному випадку.

Отже, щодо збільшення вмісту глікогену в треніюваному м'язі кролики, голуби й кури різно реагують на тренування.

Найбільше зростання глікогену спостерігалось у кроликів, найменше в курей.

Цікаво відзначити, що, не зважаючи на значні індивідуальні коливання, вміст глікогену в нетреніюваних м'язах курей — найбільший, в нетреніюваних м'язах кроликів — найменший. Отож складається таке враження, ніби найбільше реагує на тренування той вид м'яза, що в ньому вміст глікогену найменший.

Висновки.

1. Середній вміст глікогену в треніюваному м'язі зростає в такому порядку: кролики — голуби — кури.
2. Під впливом тренування в м'язах кроликів вміст глікогену зростає в $1\frac{1}{2}$ — $2\frac{1}{2}$ рази.
3. Збільшення глікогену під впливом тренування в м'язах досліджуваних птахів незначне. У курей в деяких випадках спостерігалось і зменшення глікогену в нетреніюваному м'язі.
4. Поставлено питання про можливість існування типів м'язів у розумінні їх реакції на тренування.

Література.

1. А. В. Палладин.— Труды Кавказского физиологического съезда. 1933, стр. 103—110.
2. А. В. Палладин.— Усп. совр. биол. IV (вып. 4-5), 277-288. 1935.
3. E. Lehnartz—Erg. d. Physiologie. 35, 952—956, 1933.
4. A. Palladin u. D. Ferdmann—H. S. Z. 174, 284, 1928.
5. Embden u. Habs—Sk. Arch. 49, 122, 1926.
6. D. Ferdmann u. O. Feinschmidt—H. S. Z. 183, 261, 1929.
7. Р. Чаповець.— Укр. біохем. журн. VII (3-4) 31, 1934.
8. Сорени.—Сообщение на XV междунар. физиолог. конгрессе.
9. О. Палладін та О. Кашпур.— Укр. біохем. журн., VII (3-4) 15, 1934.
10. А. Палладін, С. Боржковский, А. Палладина.— Врач. дело, 15, 1933.
11. В. Клименко.— Неопубликованные данные нашей лаборатории.
12. Б. Колдаев.— Укр. біохем. журн., VII (3-4), 63, 1934.
13. О. Палладін та Е. Рашба.— Ibid. VII (2), 5, 1934.
14. С. Фомін.— Наукові записки Укр. біохем. інституту, т. IV, 1930.
15. W. Seitz—H. S. Z. 218, 17, 1933.
16. О. Палладін, А. Палладина, Е. Персова.— Наукові записки Укр. біохем. інституту, V (2), 7, 1932.

Влияние тренировки на содержание гликогена в мышцах голубей, кроликов и кур.

В. И. Розенгарт.

Кафедра биохимии (зав. — А. М. Кашпур) Днепропетровского мединститута
(директор — проф. Габинов).

Серия работ различных авторов дает возможность с несомненностью установить, что увеличение работоспособности мышц в результате тренировки связано с целым рядом биохимических изменений в этой мышце.

При изучении соответствующей литературы бросается в глаза, что у кролика обычно — в объектах этих исследований — далеко не все компоненты одинаково резко изменяются под влиянием тренировки.

Это навело нас на мысль, что изменение биохимического состава мышц, приводящее их к повышению работоспособности, проходит в различных мышцах, — а тем более в мышцах разных видов животных, — различными путями. Следовательно, можно предположить существование определенных типов мышц в смысле их реакции на тренировку. Установление наличия таких типов и обнаружение закономерностей, определяющих тип, представляется чрезвычайно актуальным, так как дает основание для возможности перенесения на человека данных, полученных в эксперименте на животных.

Задача настоящей работы — сравнить влияние тренировки на содержание гликогена в различных мышцах. В качестве объектов исследования были выбраны белый *m. rectus fem.* кролика, красный *m. pectoralis* голубя и белый *m. pectoralis* курицы.

После ежедневного (в течение 20—80 дней) раздражения мышц индукционным током животное убивалось, и мышца исследовалась на содержание гликогена по Pflüger'у. Контролем служила одноименная мышца другой стороны.

В результате экспериментов оказалось, что кролики наиболее резко реагируют на тренировку. Содержание гликогена в тренированной мышце у них повышается в $1\frac{1}{2}$ — $2\frac{1}{2}$ раза.

У голубей тренировка также вызвала повышение содержания гликогена, но это повышение всегда меньше, чем у кроликов, и в отдельных случаях почти отсутствует.

У кур повышение содержания гликогена под влиянием тренировки наблюдается не всегда и по своей величине никогда не достигало максимальных цифр, отмеченных у кроликов и голубей.

Таким образом, можно установить, что кролики, голуби и куры различно реагируют на тренировку в смысле повышения содержания гликогена в тренируемой мышце.

Influence du training sur le taux de glycogène dans les muscles des pigeons, des lapins et des poules.

W. J. Rosengart.

*Chaire de Biochimie (Chef—A. M. Kachpour) de l'Institut de Médecine de Dniepropetrovsk
(Directeur — prof. Gabinov).*

Les travaux des différents auteurs permettent d'affirmer qu'une plus grande aptitude au travail d'un muscle, résultant du training, est accompagnée de toute une série de modifications biochimiques dans ce muscle.

Or, en étudiant la littérature, consacrée à ce sujet, on peut voir que chez le lapin qui est l'objet ordinaire dans ce genre d'études, les différentes composées des muscles présentent des modifications dont l'intensité varie sensiblement.

Ceci nous a fait supposer que la modification de la composition chimique des muscles qui en fait augmenter l'aptitude au travail, suit une voie différente dans les différents muscles et, d'autant plus, chez les différentes espèces d'animaux. Par conséquent, on peut admettre qu'il existe différents types de muscles quant à la manière de réagir au training. Il est de toute importance de prouver que ces types existent et d'établir les lois qui les déterminent, afin de pouvoir appliquer à l'homme les données des expériences, faites sur des animaux.

Ce travail a pour objet de comparer l'effet du training sur les modifications du taux de glycogène dans différents muscles. Les expériences ont porté sur des muscles blancs — m. rectus fem. du lapin et m. pectoralis de la poule et un muscle rouge — m. pectoralis du pigeon. Le muscle était soumis chaque jour à une excitation par un courant induit et au bout d'une période de 20 à 80 jours l'animal était sacrifié; on déterminait le taux de glycogène dans le muscle d'après Pflüger. Le muscle symétrique servait de contrôle.

Les expériences ont révélé que les lapins réagissent le plus au training. Le taux de glycogène dans leurs muscles, soumis au training, monte jusqu'au double.

Chez les pigeons le training a également provoqué une augmentation du taux de glycogène, mais cette augmentation est toujours plus faible que chez le lapin et dans certains cas elle n'existe presque pas.

Chez la poule le training ne provoque pas toujours une augmentation du taux de glycogène et cette dernière n'atteint jamais la valeur maximale, obtenue chez le lapin et le pigeon.

On peut donc affirmer que le lapin, le pigeon et la poule réagissent d'une manière différente au training dans le sens de l'augmentation du taux de glycogène dans le muscle, soumis au training.