

**Лекція 7**  
**АДАПТАЦІЯ ДО ФІЗИЧНИХ**  
**НАВАНТАЖЕНЬ ТА РЕЗЕРВНІ**  
**МОЖЛИВОСТІ ОРГАНІЗМУ**

Вовканич Л.С., 2020/2021 н.р.

## План

1. Загальні уявлення про процеси адаптації та функціональні резерви організму.
2. Механізми адаптації до фізичних навантажень нервово-м'язового апарату.
3. Механізми адаптації до фізичних навантажень серцево-судинної системи.
4. Механізми адаптації до фізичних навантажень дихальної системи.

# 1. Загальні уявлення про процеси адаптації та функціональні резерви організму



# Визначення та стадії адаптації

## **Адаптація –**

це **процес пристосування** до дії факторів, що діють на організм під час виконання фізичних навантажень

це **результат пристосування** будови і функцій організму до потреб фізичної діяльності.

## **Стадії адаптації** (за В.Платоновим, 2017):

- **Термінова** (функціональна)
- **Тривала** (морфо-функціональна)
- **Деадаптація**
- **Реадаптація**

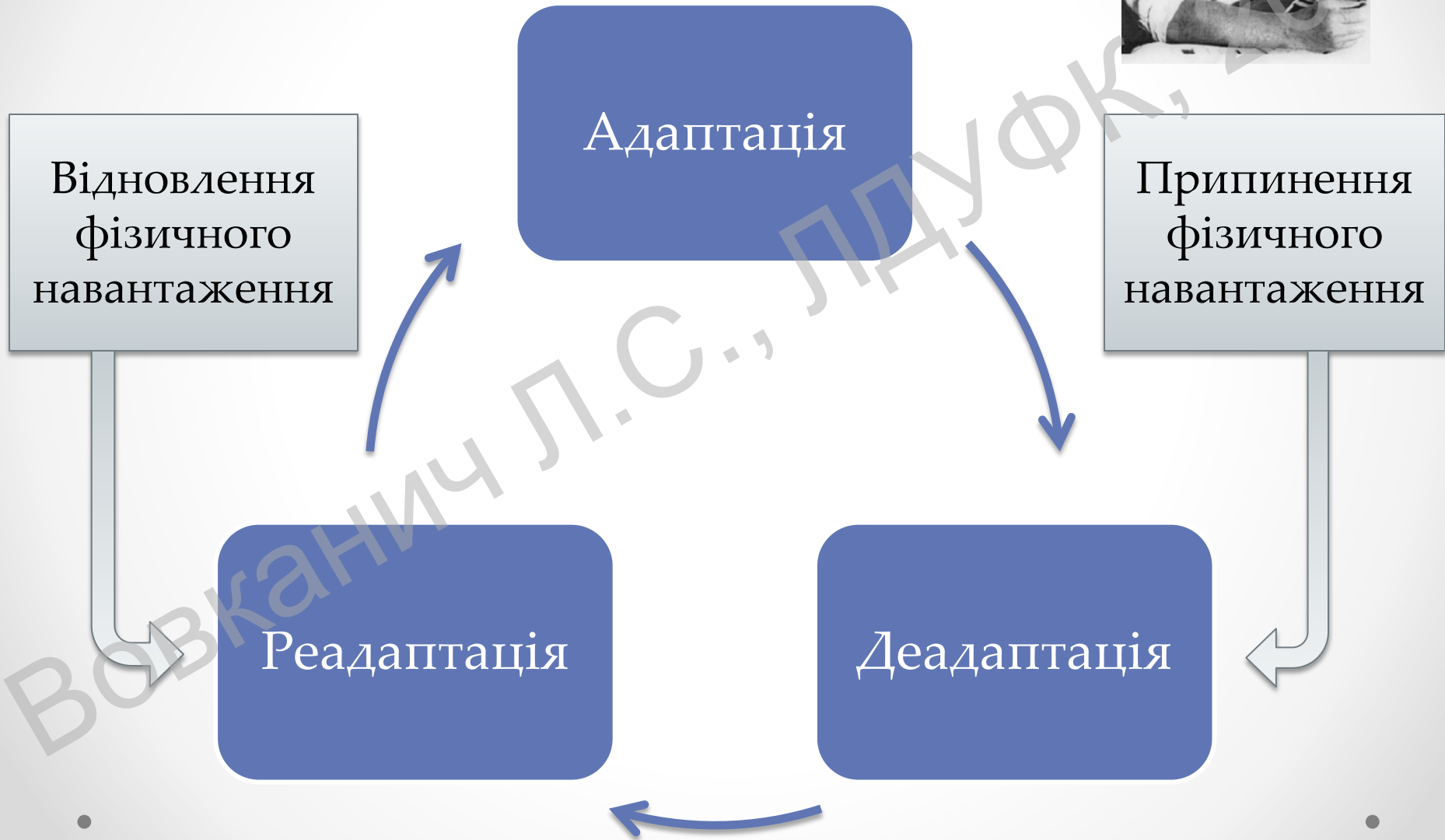
# Теорія загального адаптаційного синдрому Г.Сельє



# Теорія адаптації З.Меєрсона, М. Пшеннікової, В.Платонова



# Теорія адаптації З.Меєрсона, М. Пшеннікової, В.Платонова



# Особливості термінової адаптації

1

- реалізується на основі наявних фізіологічних механізмів і програм

2

- супроводжується переважанням процесів збудження у головному мозку, активацією рухових і вегетативних центрів та симпато-адреналової системи

3

- супроводжується мобілізацією наявних фізіологічних резервів, енергетичних ресурсів, прискоренням обміну речовин, стимуляцією дихання та кровообігу

4

- формує структурну основу для тривалої адаптації



# Механізми термінової адаптації

- активація гіпоталамо-гіпофізарно-адреналової системи;
- вивільнення відповідних гормонів і медіаторів (АКТГ, СТГ (ГР), катехоламінів, глюкокортикоїдів, мінералокортикоїдів)
- стимуляція секреції глюкагону, тиреоїдних гормонів, альдостерону, пригнічення секреції інсуліну
- катехоламіни стимулюють ферменти гліколізу, глікогенолізу, ліполізу (мобілізація вуглеводних і жирових депо), стимулюють скоротливу функцію серця, полегшують нервово-м'язову передачу збудження і збільшують силу скорочення скелетних м'язів;
- рекрутування лише частини моторних одиниць (до 60%), швидке зниження вмісту в скелетних м'язах креатинфосфату, глікогену і меншою мірою АТФ, зростання концентрації аміаку і лактату;
- значний розпад скоротливих білків скелетних м'язів.

# Механізми перехідної адаптації

1

- *активація синтезу нуклеїнових кислот і білків у скелетних м'язах, серці, респіраторних м'язах та інших органах, що утворюють функціональну систему;*

2

- *збільшення маси і функціональних можливостей клітинних структур, що лімітують інтенсивність роботи цих органів та організму загалом;*

3

- *формування нових рухових навичок та вдосконалення механізмів координації скорочення скелетних м'язів;*

4

- *зменшення стрес-реакції, тобто вивільнення і підвищення рівня в крові катехоламінів, кортикостероїдів та інших гормонів*

# Основні функціональні ефекти тривалої адаптації

1

- збільшення *функціональних резервів* організму та його основних систем

2

- зростання *ефективності* (економності) роботи організму та його систем

3

- удосконалення *координації* рухових і вегетативних функцій

4

- формування спеціальної *функціональної системи* адаптації до конкретної спортивної діяльності

# Основні морфологічні ефекти тривалої адаптації

1

- завершується формування системних структурних «слідів» адаптації у органах і тканинах організму

2

- гіпертрофія (збільшення об'єму чи маси окремих клітин) чи гіперплазія (збільшення кількості клітин);

3

- збільшення кількості чи активності білків-ферментів чи структурних білків, кількості енергетичних субстратів

# Функціональні резерви

Функціональні резерви – це **діапазон** можливих **змін функціональної активності** структурних елементів організму та їхньої взаємодії між собою, який може бути використаний для досягнення результату, для адаптації до фізичних та психоемоційних навантажень та впливу факторів довкілля.

А.С. Мозжухін (1979)

# Схема функціональних резервів організму

(за Д.Н.Давиденком, 2005)

Підсистема психічних резервів



Підсистема фізіологічних резервів

Блок сенсорних систем

Блок систем управління рухами

Блок систем підтримання гомеостазу

Блок м'язової системи



Підсистема біохімічних резервів

Енергетичний обмін

Пластичний обмін

## Фізіологічні резерви

Фізіологічний резерв організму або його системи чи органа може бути **кількісно** охарактеризований як **різниця** між **максимально** можливим рівнем їх функціонування та рівнем функціонування в умовах **відносного спокою**.

В.П. Загрядський, 1972.

# Класифікація фізіологічних резервів

1

- за функціональними системами (серцево-судинної системи, зовнішнього дихання тощо)

2

- за фізичними якостями (сили, швидкості тощо)

3

- за черговістю мобілізації (ешелони)



# Класифікація фізіологічних резервів за черговістю мобілізації

Ешелон	Величина, % макс.	Механізм активації	Умови активації
Перший	<35%	Умовні і безумовні рефлекси	Повсякденна діяльність
Другий	50-70%	Умовні і безумовні рефлекси та емоційні стимули	Тренувальна та змагальна діяльність
Третій	>70%	Безумовні рефлекси (не з'ясовано)	Екстремальні ситуації

# Комплексність оцінювання адаптації (натренованості)

Стан організму	Ефекти адаптації, який можна виявити
Стан фізіологічного спокою	Зростання <i>економності</i> роботи організму, <i>морфологічні</i> ефекти адаптації
Стандартні навантаження	Удосконалення <i>координації</i> функцій, збільшення функціональних <i>резервів</i>
Максимальні навантаження	Збільшення функціональних <i>резервів</i>

# Стандартні навантаження

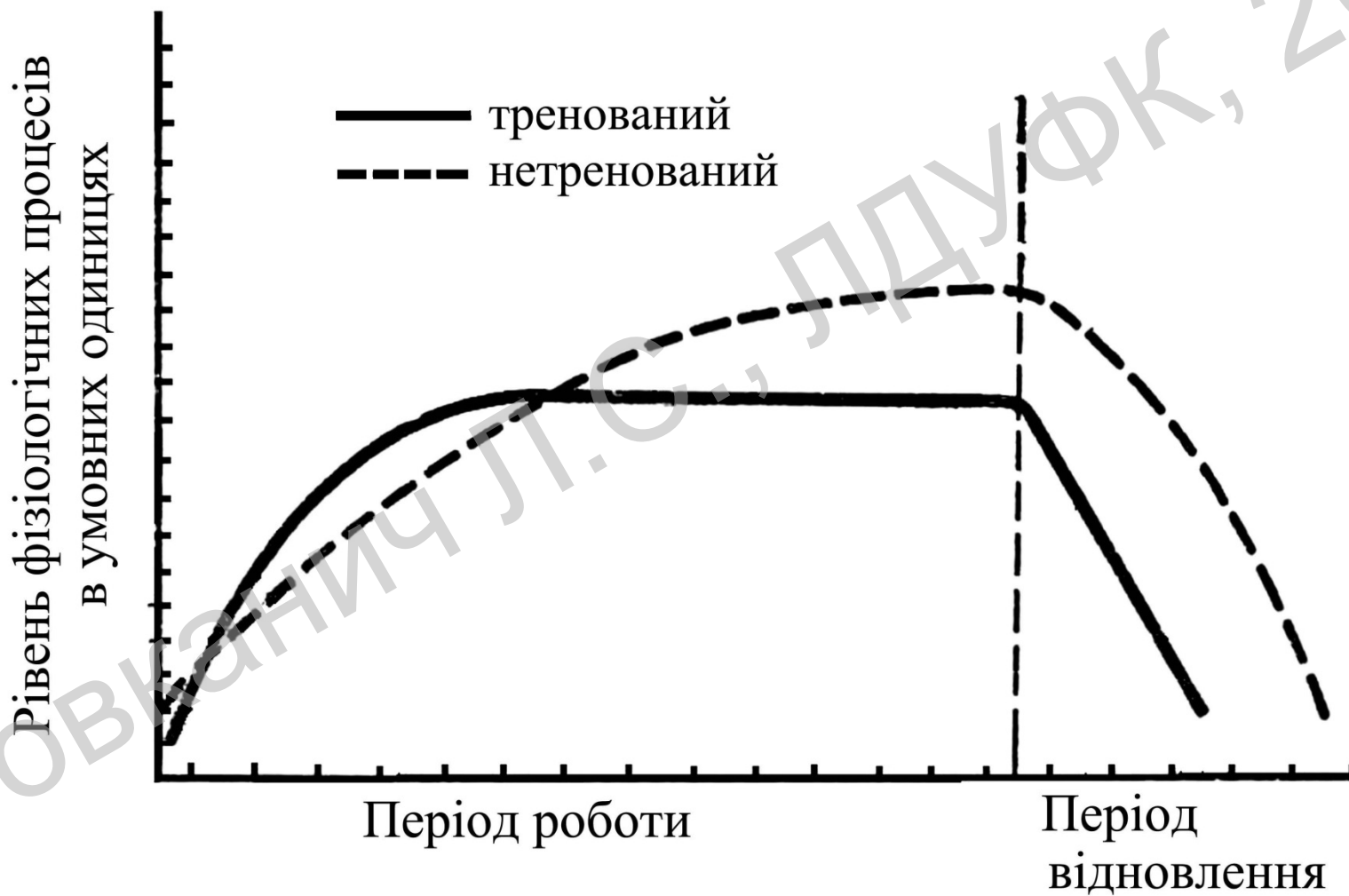
## Характеристики навантажень

- стандартні за потужністю;
- стандартні за тривалістю;
- стандартні за характером виконання;
- доступні для спортсменів та нетренованих.

## Особливості впливу на тренований організм

- швидше впрацьовування;
- менший рівень змін функцій під час роботи;
- краще виражений стійкий стан;
- швидші процеси відновлення після навантаження.

# Вплив стандартних навантажень на організм тренованого та нетренованого



## 2. Механізми адаптації до фізичних навантажень нервово-м'язового апарату

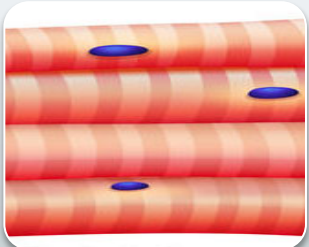


# Рівні адаптації м'яза до фізичних навантажень



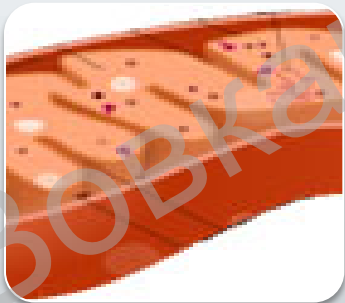
## Органний

- збільшення площі поперечного перерізу, зміна композиції, покращення іннервації та кровопостачання м'язу



## Клітинний

- Робоча гіпертрофія – збільшення маси та об'єму органа за рахунок збільшення маси і об'єму його клітин



## Субклітинний

- Саркоплазматична гіпертрофія - збільшення нескоротливої частини, збільшення потужності систем ресинтезу АТФ
- Міофібрилярна гіпертрофія - збільшення маси і об'єму міофібрил

# Гіпертрофія м'язів

## ПЛЕЧЕ У ПЕРЕРІЗІ

Площа

м'язової тканини 38,4 см<sup>2</sup>

жирової тканини 31,8 см<sup>2</sup>

54,0 см<sup>2</sup>

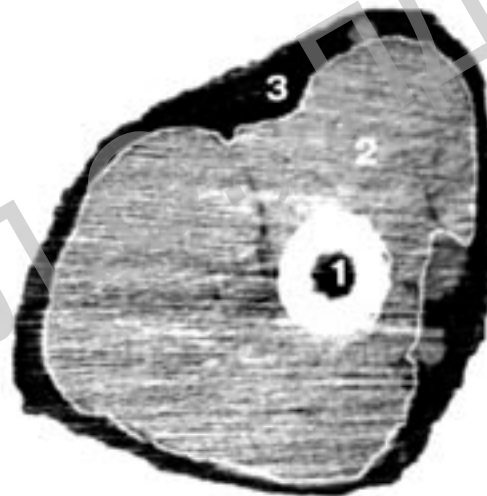
20,9 см<sup>2</sup>

68,2 см<sup>2</sup>

12,9 см<sup>2</sup>



Нетреновані

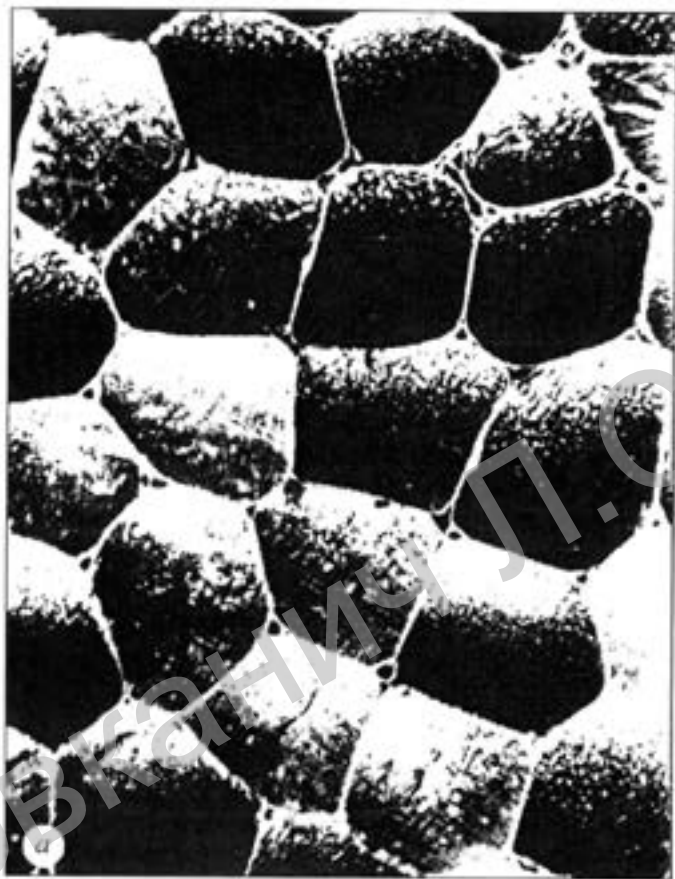


Плавання



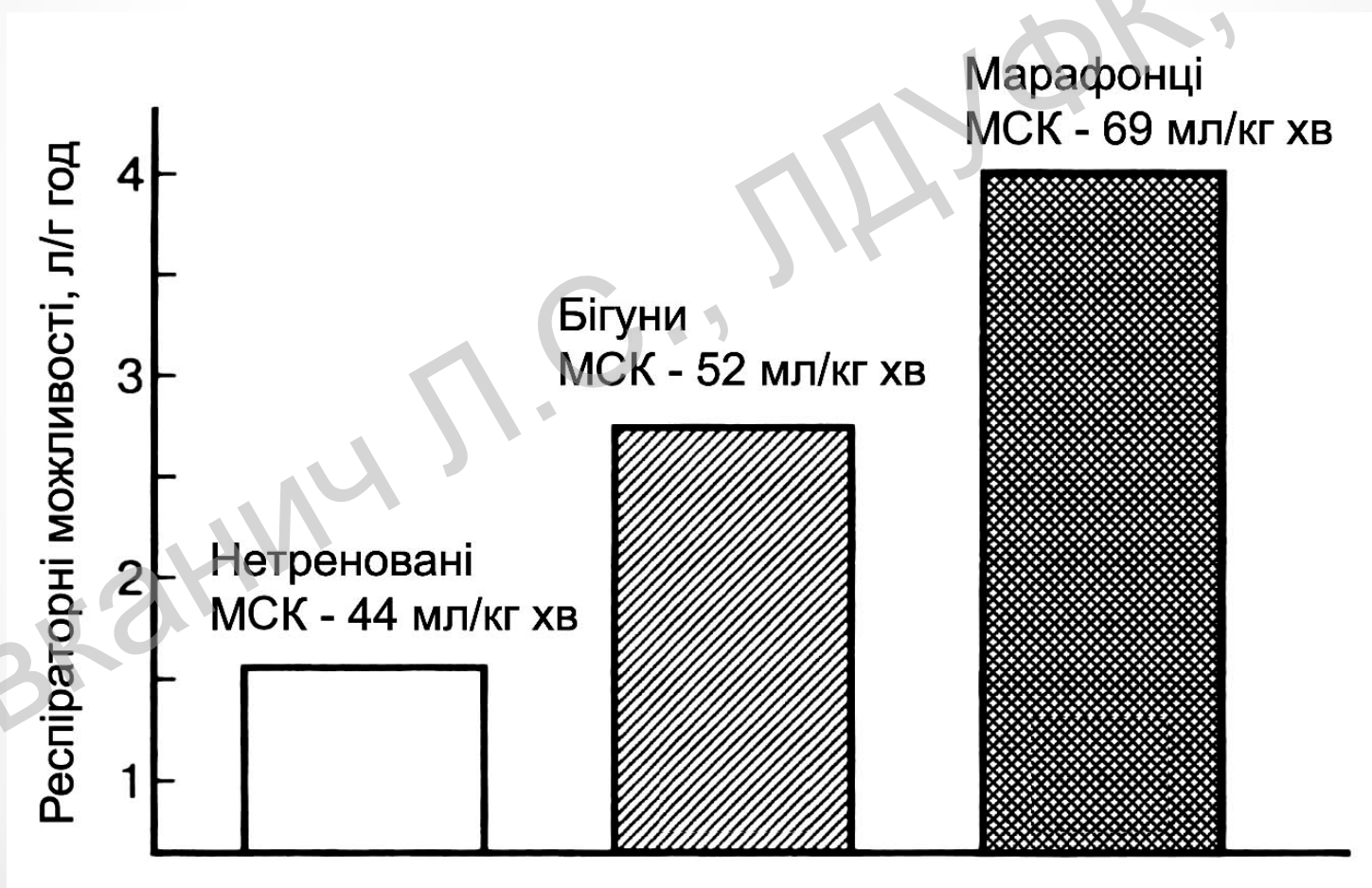
Силові види

# Зміни капіляризації м'язів бігуна на довгі дистанції у порівнянні з нетренованим





# Аеробні можливості м'язової тканини нетренованих осіб, бігунів підтюпцем та марафонців



# Ефекти адаптації м'язової системи

- виражена робоча гіпертрофія, що реалізується за рахунок збільшення маси наявних м'язових волокон;
- збільшенні кількості і маси мітохондрій;
- збільшення вмісту ферментів аеробних чи анаеробних систем енергозабезпечення та їхніх субстратів (КФ, глікогену, міоглобіну);
- збільшення вмісту актину й міозину;
- зростання МДС, силового індексу, зменшення силового дефіциту (динамометрія);
- зменшення латентного часу розслаблення (ЕМГ);
- оптимізація показників реобазиса та хронаксії (ЕМГ);
- збільшення амплітуди тонусу (міотонометрія).

# Ефекти адаптації нервової системи

- більша кількість синаптичних контактів;
- вища активність окислювальних ферментів;
- високий рівень лабільності, оптимальна збудливість висока рухливість нервових процесів (*тепінг-тест*);
- підвищена частота альфа-ритму ЕЕГ;
- оптимальний баланс збудження та гальмування (*РРО*);
- зменшення ЛЧРР, ЛЧРВ (*рефлексометрія*);
- збільшення швидкості аналізу сенсорної інформації (*тахістоскопія*).

### 3. Механізми адаптації до фізичних навантажень серцево-судинної системи та системи крові



# Адаптивні зміни серцево-судинної системи та крові у стані спокою

- помірна гіпертрофія міокарду, поєднана з збільшенням діаметру коронарних судин, посиленою капіляризацією,
- збільшення вмісту в міокарді міоглобіну, глікогену, ферментів глікогенолізу і мітохондріальних систем окисного фосфорилування;
- розвиток саркоплазматичного ретикулуму, вдосконалення систем транспорту  $\text{Ca}^{2+}$  в клітинах;
- дилатація порожнин серця (збільшує КДО);
- збільшення сили скорочень (високий СО);
- спортивна брадикардія (зниження ЧСС);
- збільшення капіляризації тканин;
- збільшення об'єму циркулюючої крові.

# Загальний та відносний об'єм серця у спортсменів та нетренованих

Досліджувані	Загальний об'єм серця (см <sup>3</sup> )	Відносний об'єм серця (см <sup>3</sup> /кг)
Нетреновані	760	11,2
Гімнасти	790	12,2
Борці	953	12,2
Плавці	1065	13,9
Велосипедисти (шосе)	1030	14,2
Бігуни-стаєри	1020	15,5
Лижники	1073	15,5

## Зміни у системі крові спортсменів

Досліджу- ваний	Загаль- ний об'єм крові (л)	Об'єм плазми (л)	Об'єм еритро- цитів (л)	Гемато- крит (%)
Тренований	7,4	4,8	2,6	35,1
Нетренований	5,6	3,2	2,4	42,9

**Вміст гемоглобіну** (за Я.М.Коцом):

нетреновані чоловіки - 700–900 г (10–12 г/кг)

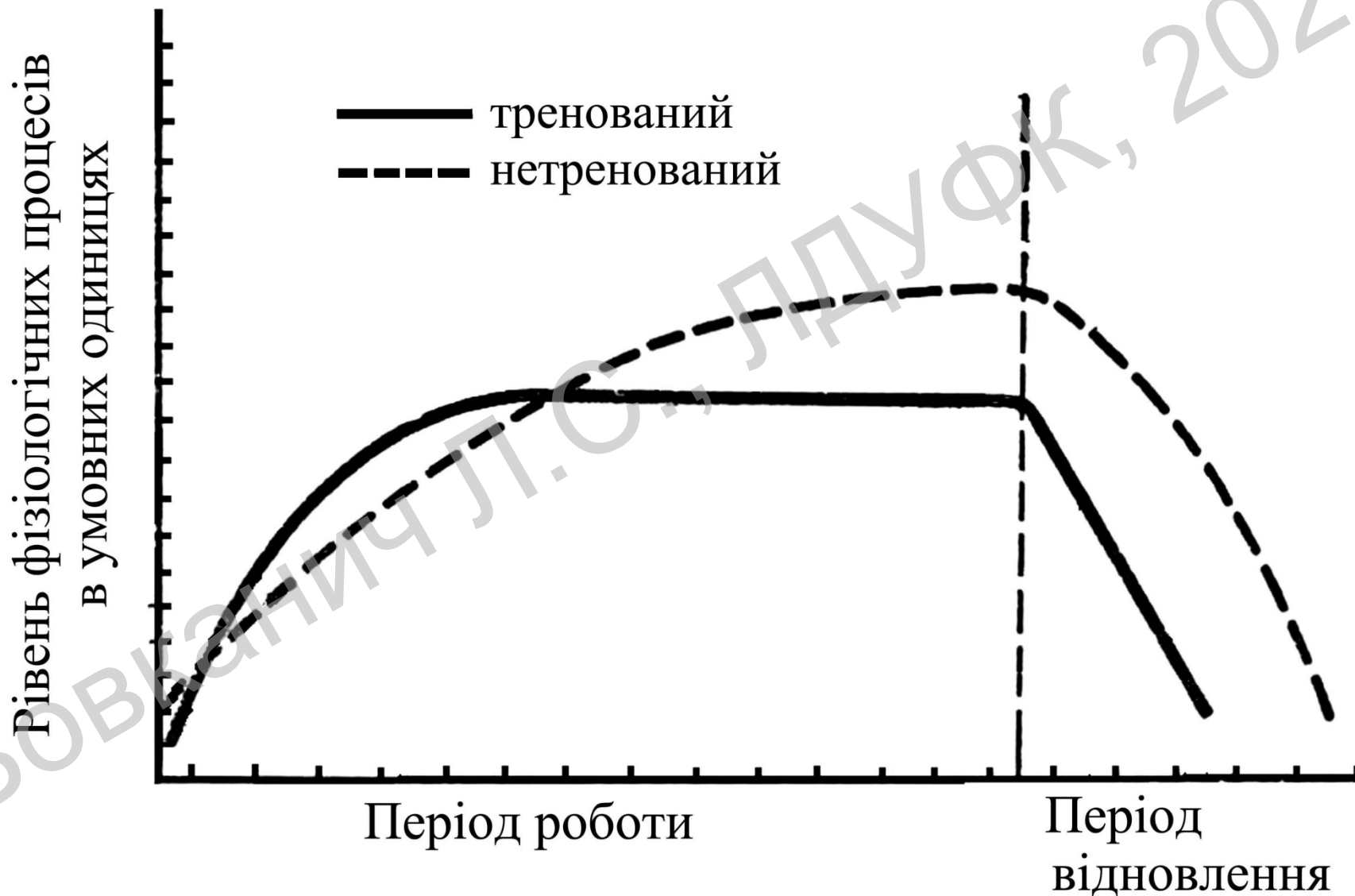
стаєри, лижники - 1000–1200 г (13–16 г/кг)

# Визначення показників натренованості у спокої

Кваліфікація	ЧСС (уд./хв)	СО (мл)	ХОК (л)
Нетреновані	70	70	4,90
Треновані	55	90	4,95
Спортсмени екстра-класу	50	100	5,00



# Визначення показників натренованості під впливом стандартних навантажень



# Визначення показників натренованості під впливом максимальних навантажень

Показник	Нетренований		Спортсмен	
	Спокій	Макс.	Спокій	Макс.
ЧСС (уд./хв)	72–74	180	40–60	195
СО (мл)	70	120	120	200
ХОК (л/хв)	4,6	20–22	4,5	35–40
АТс (мм рт. ст.)	120	180	120	210
АТд (мм рт. ст.)	80	80	70	60

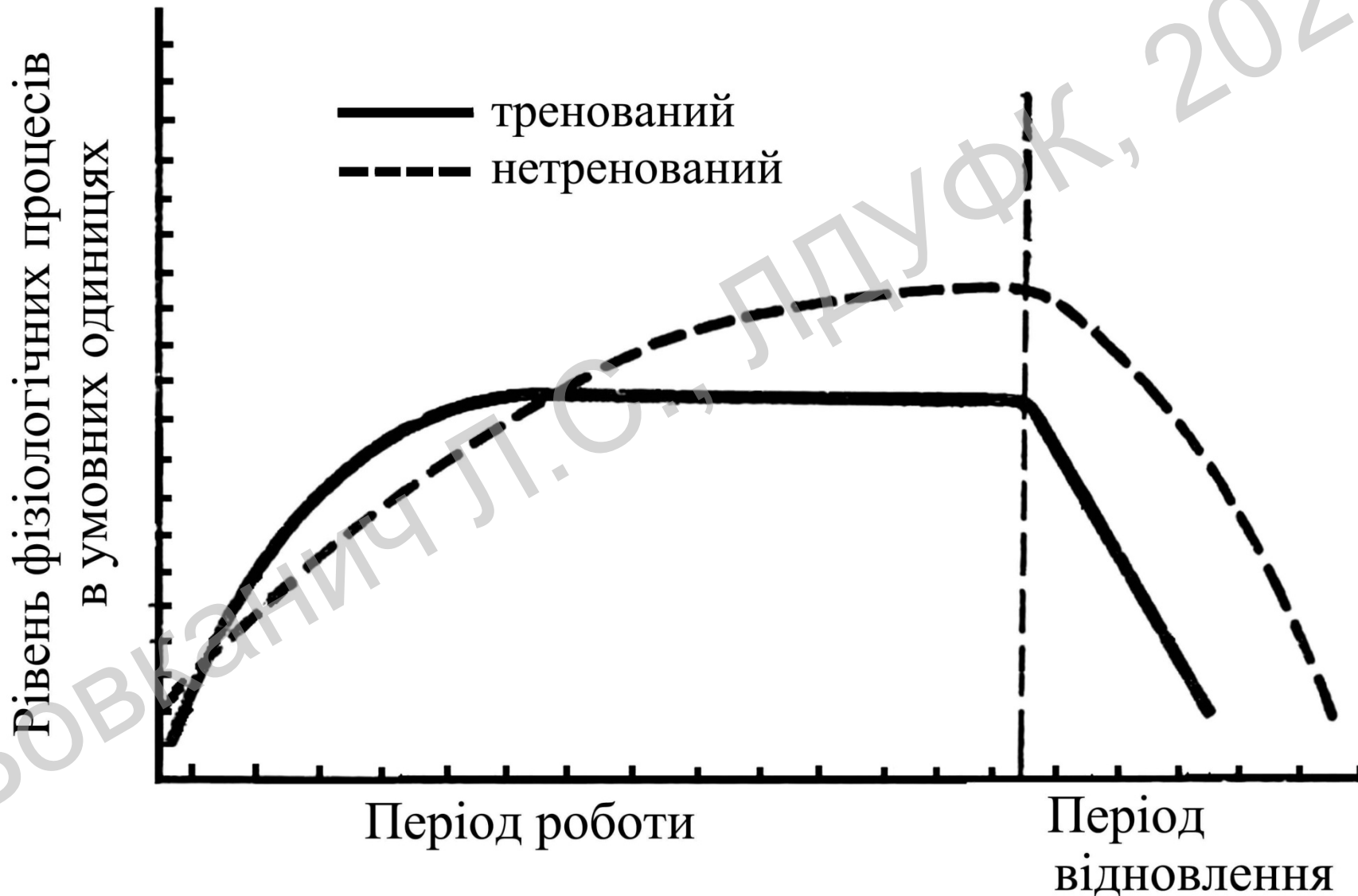
## 4. Механізми адаптації до фізичних навантажень дихальної системи



# Прояви адаптації дихальної системи

- збільшення на 10-20% легеневих об'ємів, зокрема ЖЄЛ (до 7-8 л);
- збільшення ДО (до 800 мл) при зниженні ЧД;
- збільшення витривалості і сили скорочення дихальних м'язів (80% від максимуму – 11 хв., а нетреновані – лише 3 хв.);
- підвищення еластичності легень і грудної клітки;
- зниження опору дихальних шляхів (збільшення їх діаметру);
- підвищення ефективності легеневої вентиляції (покращення капіляризації і кровопостачання, посилення дихання за рахунок об'ємних показників);
- збільшення дифузійної здатності легень;

# Визначення показників натренованості під впливом стандартних навантажень



# Визначення показників натренованості під впливом максимальних навантажень

Показник	Нетренований		Спортсмен	
	Спокій	Макс.	Спокій	Макс.
ЧД (за хв)	12–16	30	10–12	40–60
ДО (мл)	0,5	2,5	0,8	3,5
ХОД (л/хв)	7,0	110–120	6,0	190–200
АВР-О <sub>2</sub> (мл/100 мл)	5–6	14	5–6	16
Споживання (мл/кг) O <sub>2</sub>	3,5	40–50	3,5	70–90
Лактат (ммоль/л) крові	1	7–10	1	15–20