

**Лекція 3**  
**ФІЗІОЛОГІЧНА**  
**ХАРАКТЕРИСТИКА ВТОМИ ТА**  
**ПРИЧИНИ ЇЇ ВИНИКНЕННЯ**

Вовканич Л.С., 2020/2021 н.р.

# План

1. Сучасне уявлення про втоми.
2. Роль функціональних змін у ЦНС у розвитку втоми.
3. Роль змін функціонального стану нервово-м'язового апарату у розвитку втоми.
4. Роль змін у функціонуванні вегетативних систем організму у розвитку втоми.
5. Особливості розвитку втоми при м'язовій роботі різного характеру.

# 1. Сучасне уявлення про втому

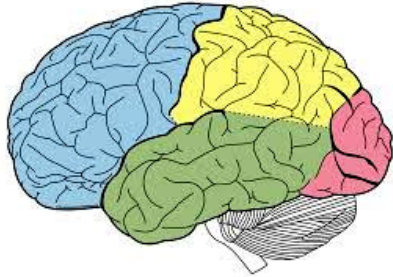


**Втома** - це тимчасовий фізіологічний стан організму, що **виникає** в результаті розумової або фізичної діяльності і **супроводжується** зниженням працездатності, порушенням координації рухових і вегетативних функцій та суб'єктивним відчуттям втоми.

# Групи теорій втоми

## Центральні

(І.М.Сеченов, 1903 р.)



## Периферичні



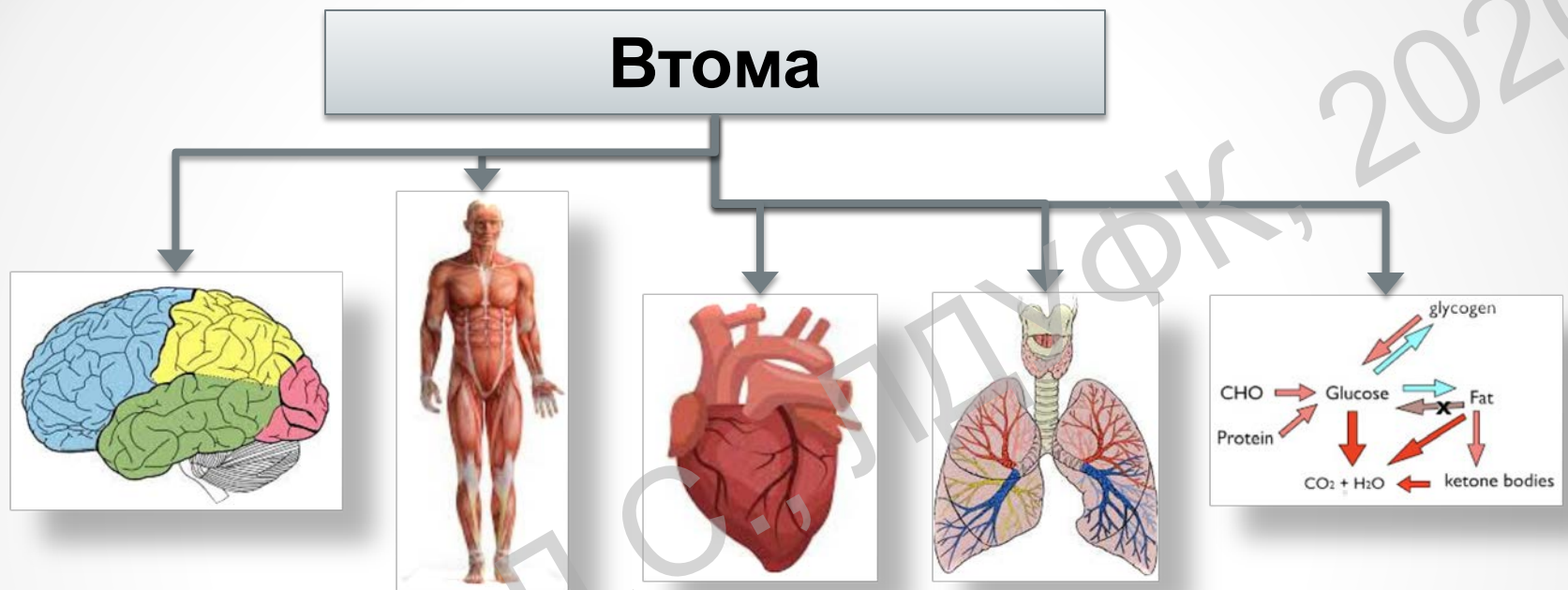
**Виснаження** (АТФ, КрФ, Глікоген) М.Шифф, 1868 р.

**Засмічення** (АДФ, молочна к-та) Е. Пфлюгер, 1872 р.

**Отруєння** (аміак, кенотоксини) В. Вейхард, 1912 р.

**Задушення** М. Ферворн, 1903

# Комплексність явища втоми



## Провідна система

Первинне погіршення

Вторинне погіршення

## Провідний механізм втоми

# Фази розвитку втоми

Фаза розвитку	Прояви та механізми
Прихована (компенсована)	Зміни координації рухових і вегетативних функцій, мобілізація резервів
Явна (декомпенсована)	Порушення координації та зниження працездатності, резерви систем вичерпані
Відмова від роботи	Зміни в організмі критичні, але зворотні
Смерть від втоми	Зміни в організмі незворотні

# Фізіологічне значення втоми

Захист від  
перевтоми

Стимуляція процесів  
відновлення





# Основні чинники, що впливають на швидкість розвитку втоми



# Прояви втоми

## Зовнішні

- порушення координації, сповільнення рухів
- зниження працездатності (темпу виконання вправи)
- надмірна пітливість
- різке почервоніння шкіри
- задишка

## Внутрішні

- **зниження показників** діяльності органа чи системи
- **підвищенні рівня мобілізації** функціональних резервів
- **зменшенні ефективності** функціонування органа чи системи

## 2. Роль функціональних змін у ЦНС у розвитку втоми



# Втома ЦНС

## Первинне погіршення

(механізм позамежного гальмування при тривалій чи напруженій роботі)

## Вторинне погіршення

(інтенсивні фізичні навантаження: гіпоксія, гіпертермія, гіпоглікемія, зміни рН, зміни водно-сольового балансу, зміни концентрації гормонів тощо)

**Ознаки: порушення координації функцій організму (рухових та вегетативних), виникнення відчуття втоми (*втомленість*)**

# Прояви втоми

## Зовнішні

- порушення координації, сповільнення рухів
- зниження працездатності (темпу виконання вправи)
- надмірна пітливість
- різке почервоніння шкіри
- задишка

## Внутрішні

- **зниження показників** діяльності органа чи системи
- **підвищенні рівня мобілізації** функціональних резервів
- **зменшенні ефективності** функціонування органа чи системи
- **погіршення результатів** функціональних проб

# Прояви втоми ЦНС

- Погіршення координації (уповільнення) рухів
- Погіршення реалізації нових, складних рухових навичок
- Ослаблення умовних рефлексів
- Наростання тремору кінцівок
- Збільшення ЛЧРР
- Зменшення часу статичного балансування
- Погіршення показників орто- і клиностатичної проби

# Роль втоми ЦНС у різних зонах відносної потужності

Максимальна	Субмаксимальна	Помірна
Втома внаслідок значного темпу виконання вправи	Втома внаслідок значного темпу виконання вправи	Втома внаслідок значної тривалості та монотонності вправи

### 3. Роль змін функціонального стану нервово-м'язового апарату у розвитку втоми





# Втома нервово-м'язового апарату

## Первинне погіршення

(зміни у скоротливому апараті, нервово-м'язових синапсах, системі електромеханічного спряження м'язових волокон )

Виснаження

Забруднення

Отруєння

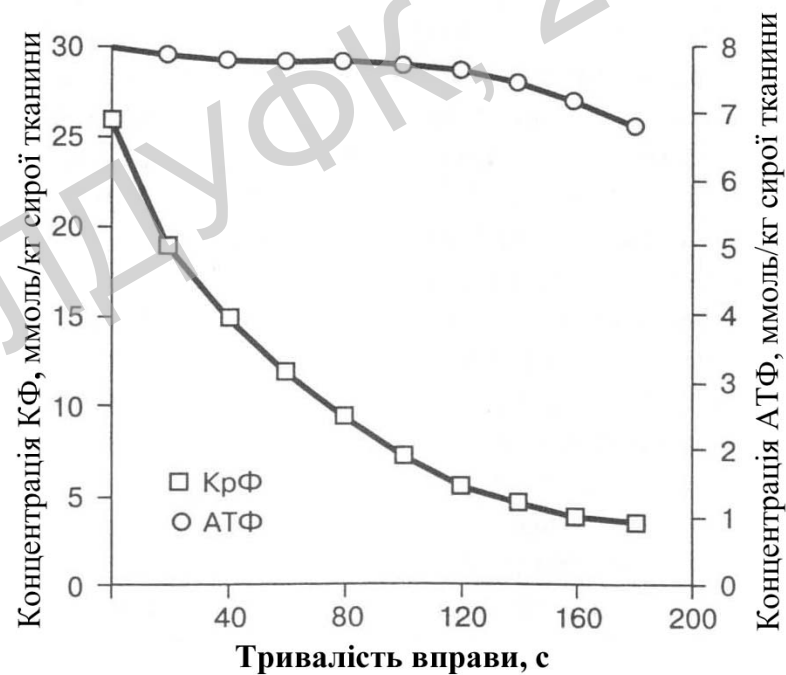
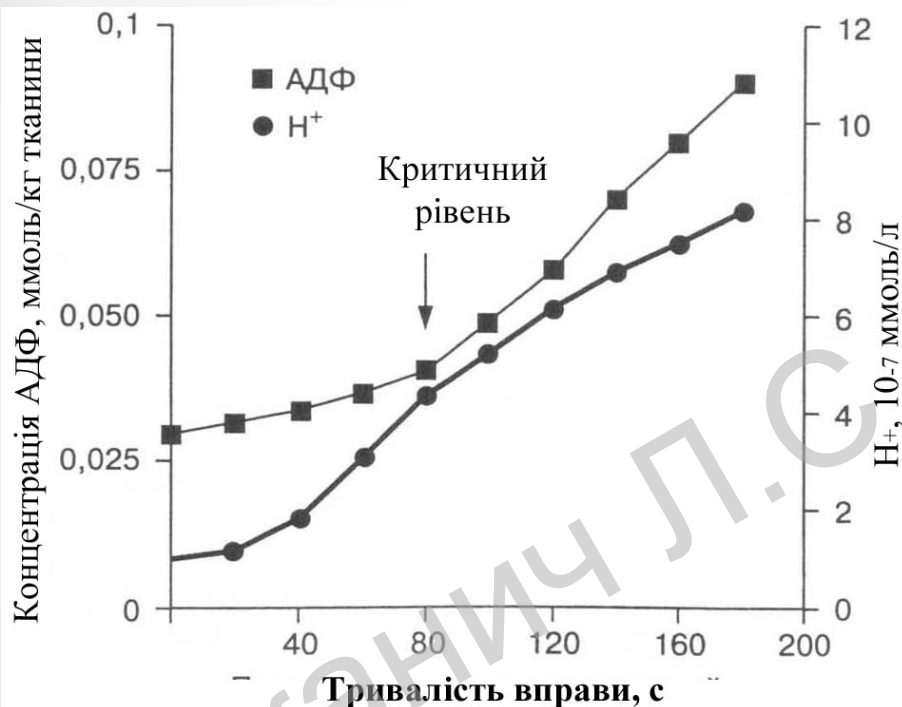
Гіпоксія

## Вторинне погіршення

(порушення координації скорочень з боку ЦНС)

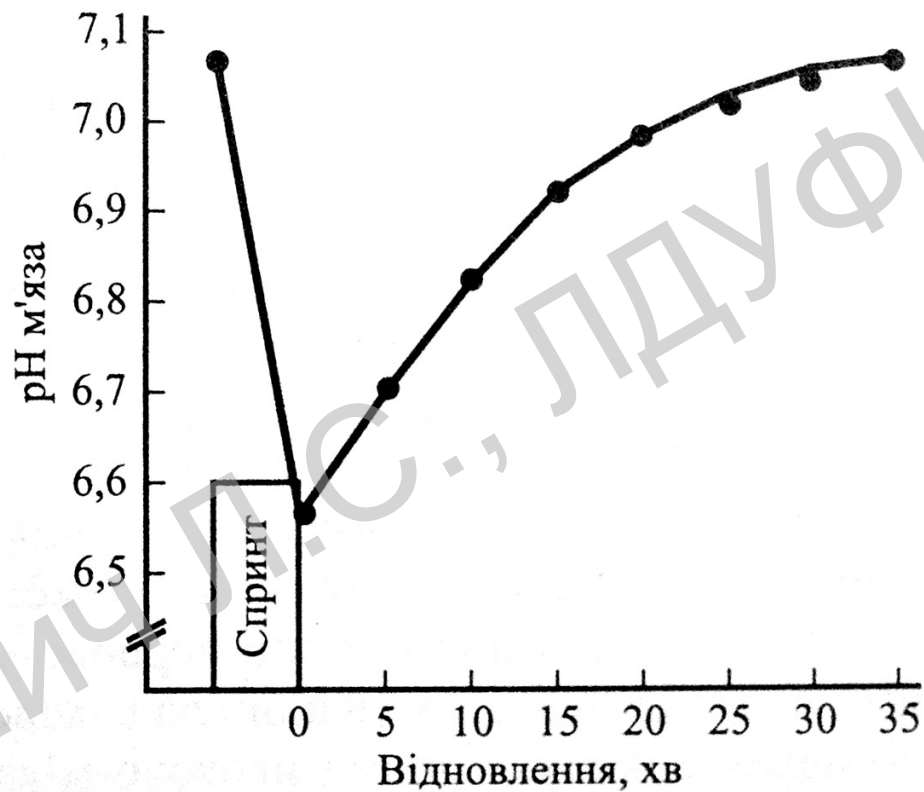
Погіршення функціональних показників м'язів  
(збудливість, скоротливість, провідність)

# Прояви «забруднення» і «виснаження» у м'язовій системі при роботі різної потужності



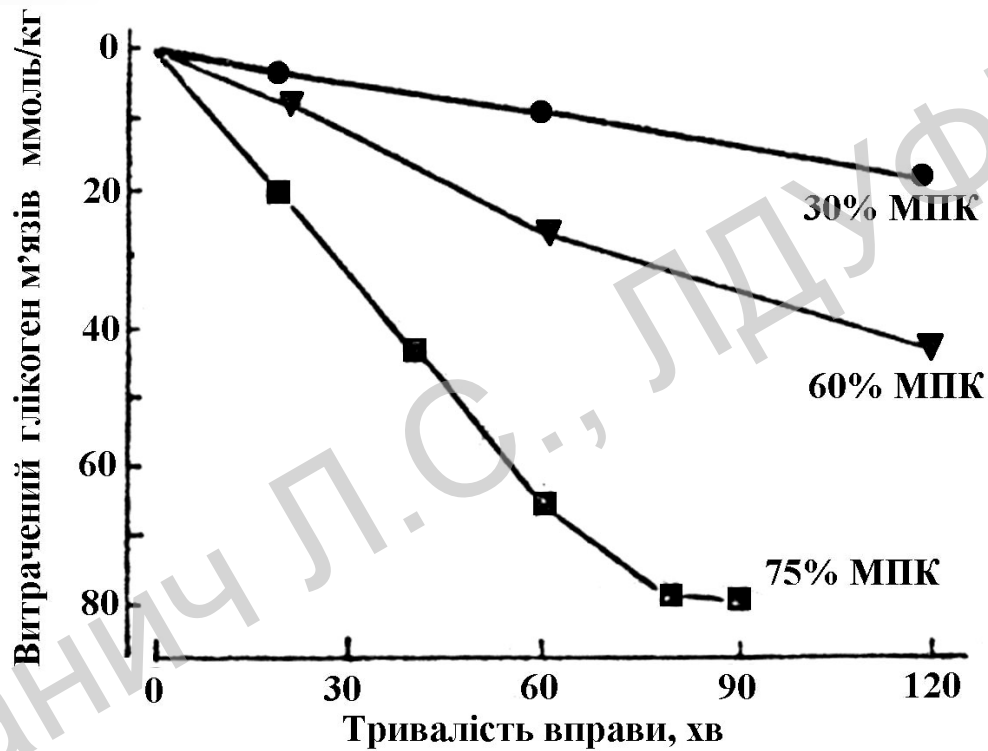
**Максимальна і субмаксимальна потужність**

# Прояви «забруднення» у м'язовій системі



**Субмаксимальна потужність**

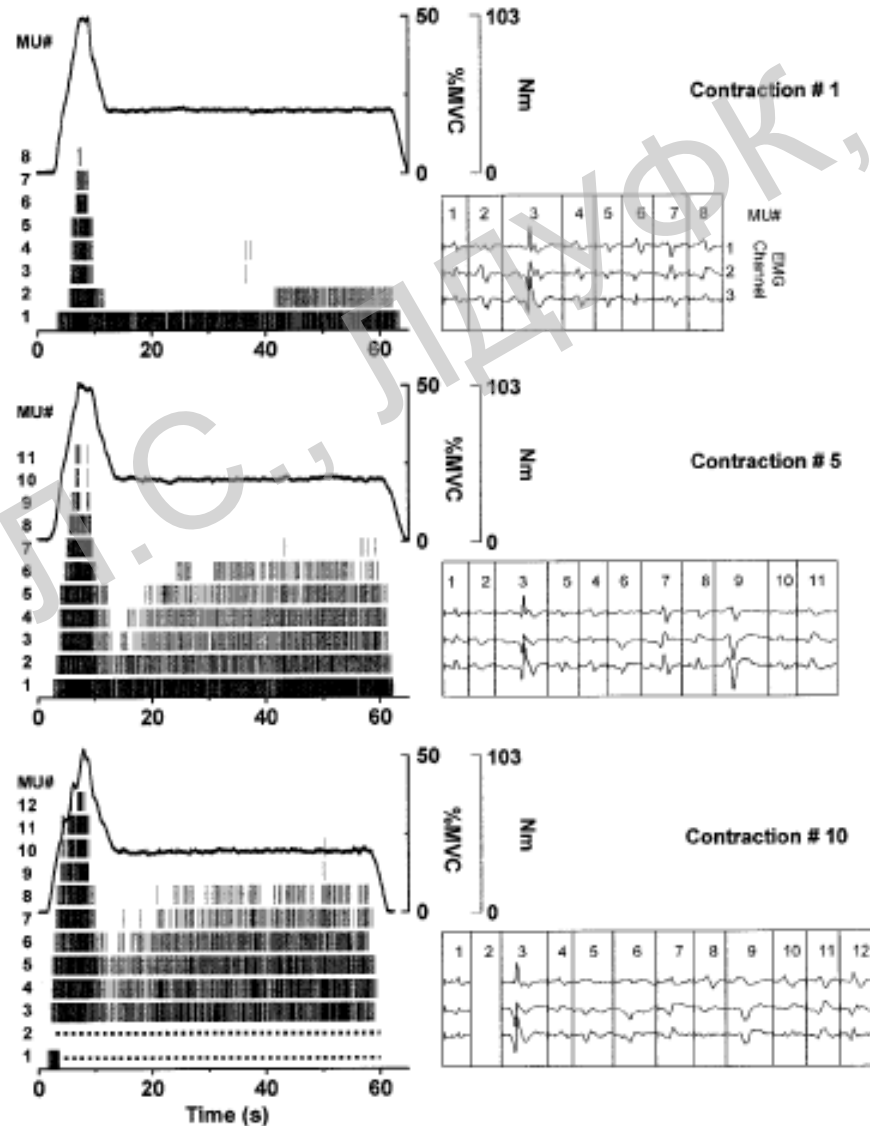
# Прояви «виснаження» у м'язовій системі



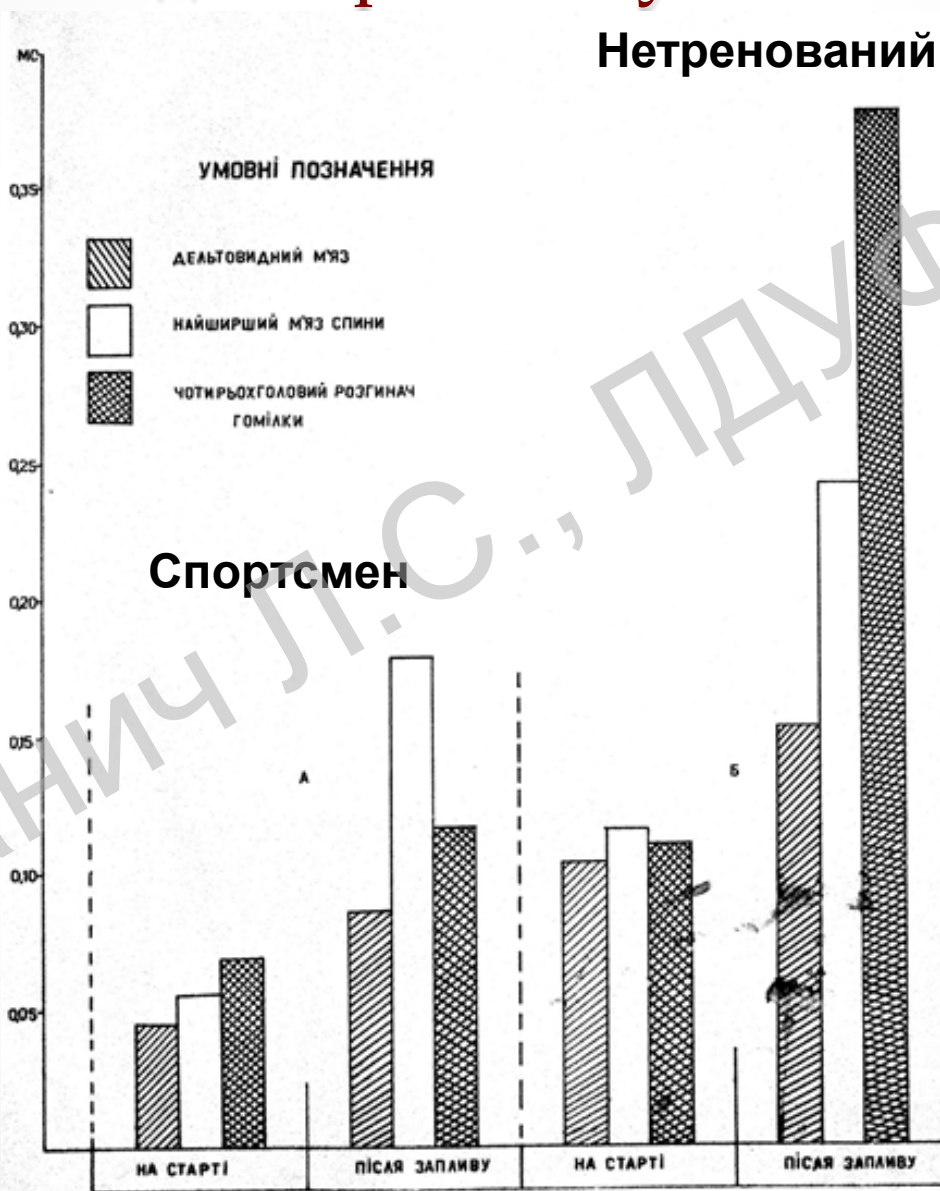
Велика і помірна потужність

# Вторинні механізми втоми: порушення координації з боку ЦНС

Вплив втоми на характер рекрутування РО 1- 10 скорочення



# Зміни збудливості нервово-м'язового апарату під час розвитку втоми



# Прояви втоми

## Зовнішні

- порушення координації, сповільнення рухів
- зниження працездатності (темпу виконання вправи)
- надмірна пітливість
- різке почервоніння шкіри
- задишка

## Внутрішні

- **зниження показників** діяльності органа чи системи
- **підвищенні рівня мобілізації** функціональних резервів
- **зменшенні ефективності** функціонування органа чи системи
- **погіршення результатів** функціональних проб



# Прояви втоми нервово-м'язового апарату

- Знижується сила скорочень (метод - динамометрія)
- Знижується швидкість розслаблення м'язів (метод - ЕМГ)
- Знижується збудливість (реобазис, хронаксія, метод - хронаксиметрія)
- Знижується коефіцієнт корисної дії м'язів (метод - ергографія)
- Зменшується амплітуда тону м'язів, збільшується тону спокою, може розвинути *контрактура* (метод - міотонометрія).
- Погіршується внутрі- і міжмязева координація, збільшується амплітуда електричної активності, вона стає несинхронною (метод - ЕМГ).



## 4. Роль змін у функціонуванні вегетативних систем організму у розвитку втоми



# Втома вегетативних систем

## Первинне погіршення

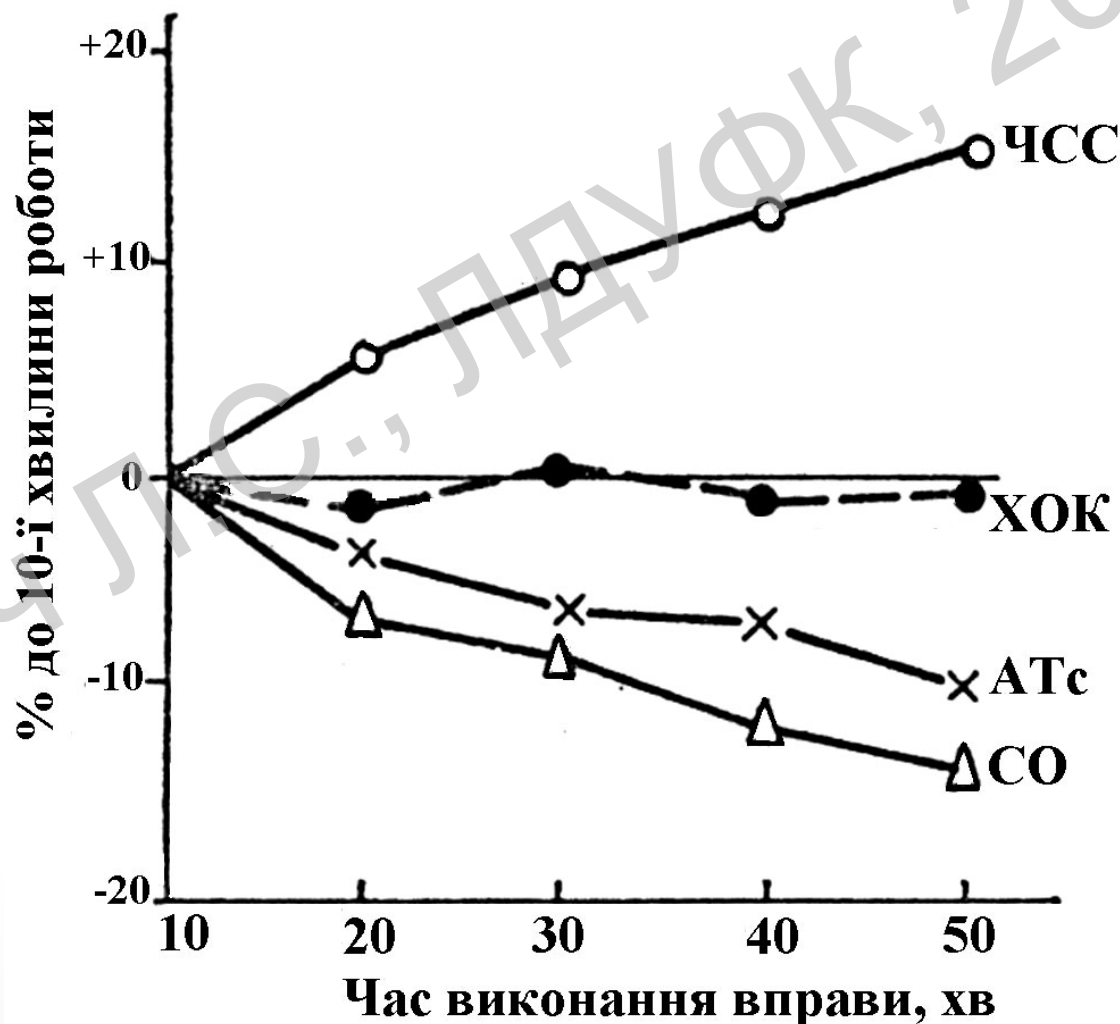
(погіршення діяльності внаслідок посиленого функціонування)

## Вторинне погіршення

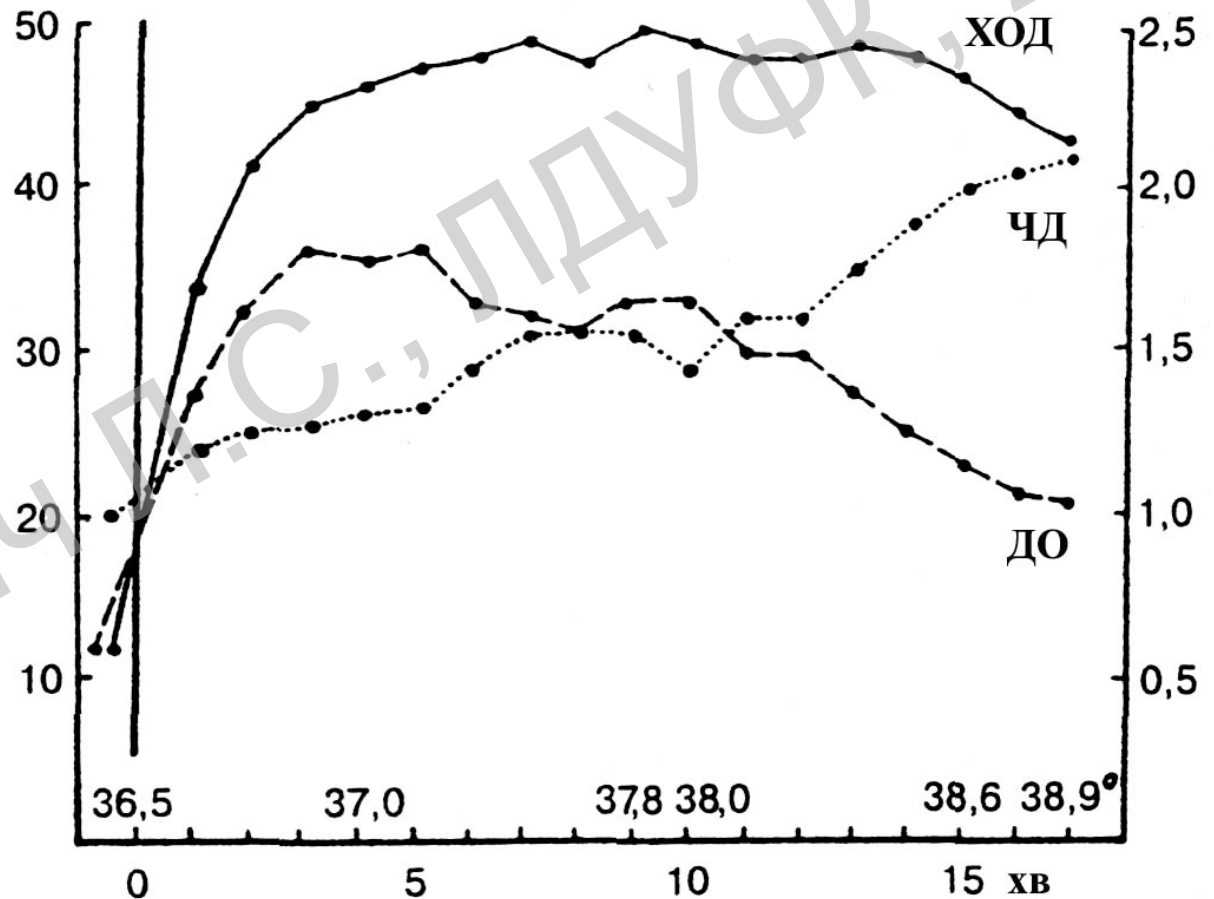
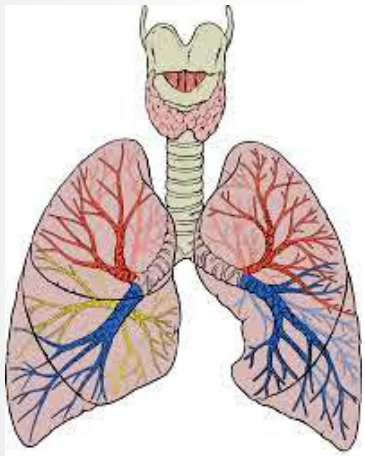
(порушення координації діяльності з боку ЦНС)

**Порушення у координації вегетативних функцій організму, порушення енергозабезпечення мязової діяльності**

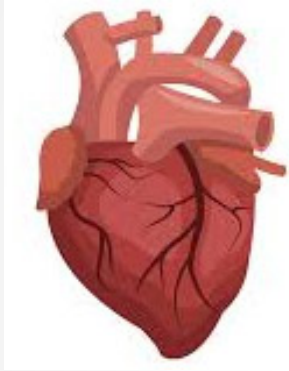
# “Дрейф” показників серцево-судинної системи під час розвитку втоми



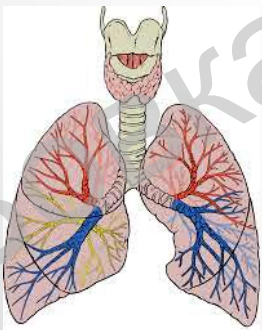
# “Дрейф” показників дихальної системи під час розвитку втоми



# Прояви втоми серцево-судинної і дихальної систем

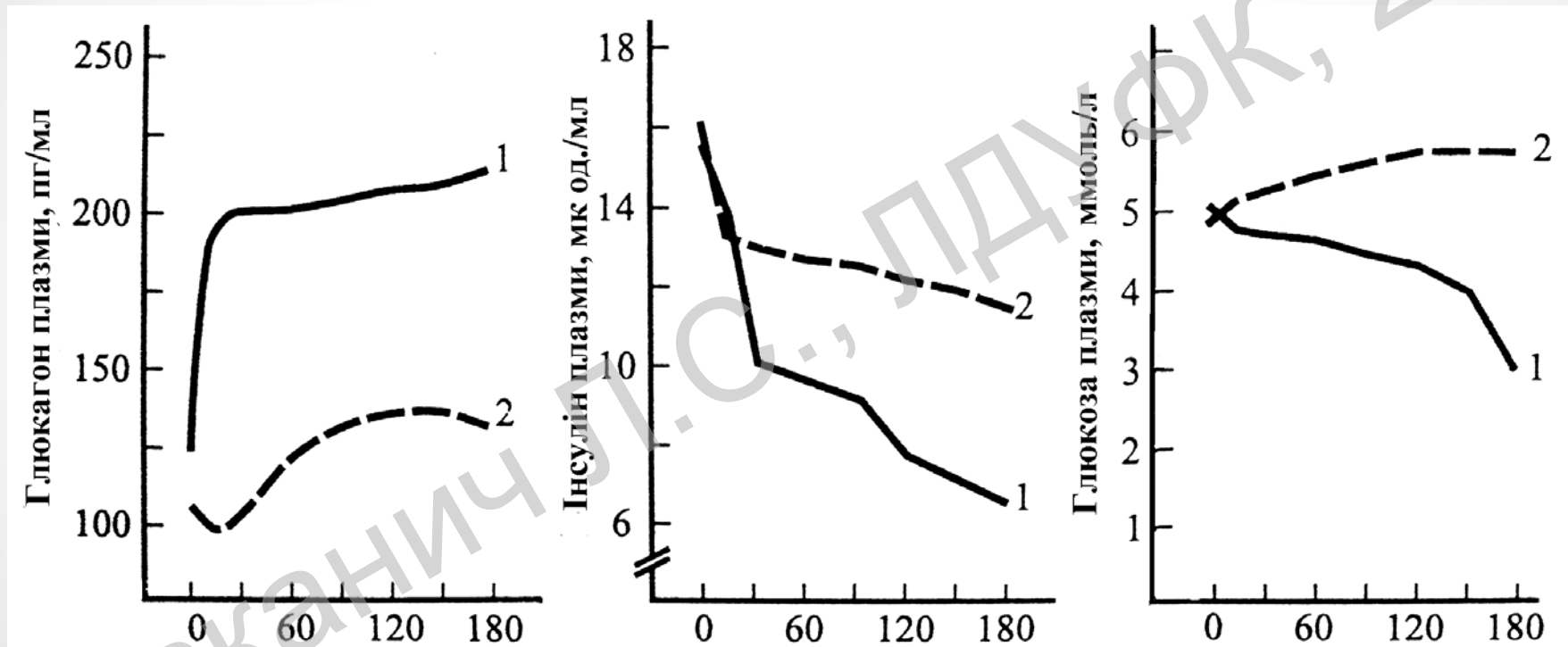


- зменшення CO і ХОК
- різке підвищення ЧСС
- зниження АТд (феномен «нескінченного тону»)
- зміни ЕКГ – зменшення висоти зубця Т, збільшення тривалості електричної систоли, погіршення провідності, екстрасистолія.
- зміни тону судин (зокрема шкіри)
- атипова відповідь на функціональні проби



- висока частота дихання при одночасному зменшенні ДО і ХОД
- зменшення ЖЕЛ
- скорочення часу проб Штанге та Генчи

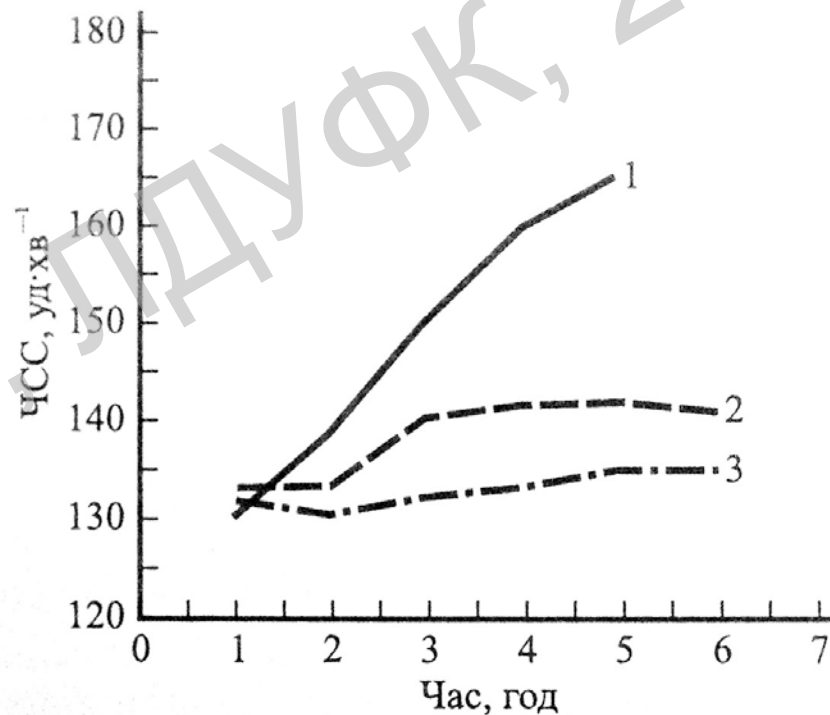
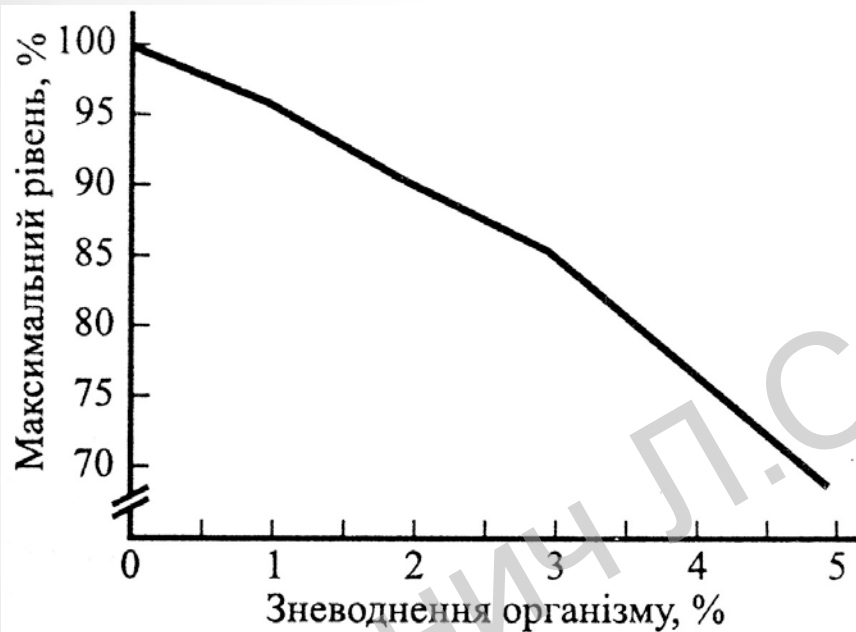
# Зміни концентрації гормонів та глюкози у плазмі крові під час розвитку втоми



Зміна рівня глюкагону, інсуліну та глюкози плазми крові при тривалому навантаженні. 1 – нетреновані, 2 – тренovanі (за Дж.Х. Вілмором, Д.Л. Костіллом, 2003)



# Зміна температури та водно-сольового балансу організму під час розвитку втоми



**Рис. 14.8.** Вплив виконання тривалого фізичного навантаження в умовах підвищеної температури довколишнього середовища на ЧСС іспитованих, які не споживали ніякої рідини (1), споживали сольовий розчин (2) та воду (3)

## 4. Особливості розвитку втоми при м'язовій роботі різного характеру та потужності





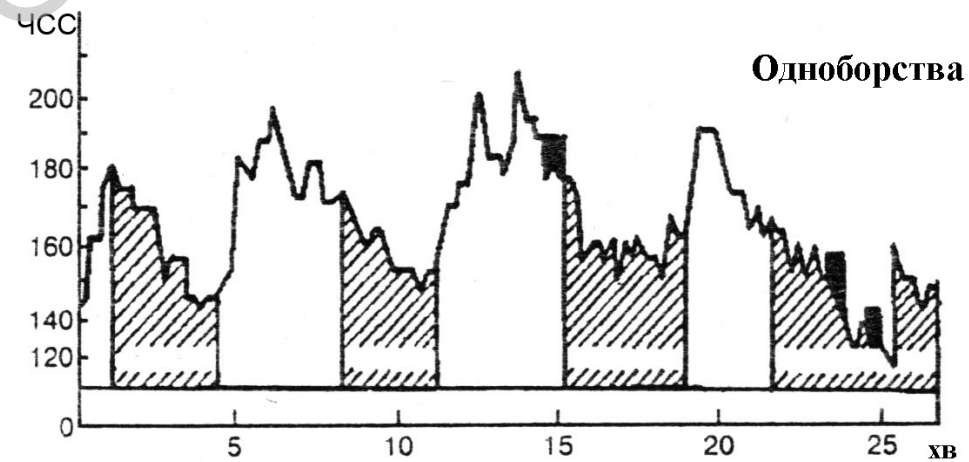
# Основні механізми розвитку втоми під час циклічних вправ різної потужності

Зона потужності	Провідні механізми розвитку втоми
Максимальна	<i>Втома ЦНС і нервово-м'язового апарату (<u>виснаження КФ, забруднення АДФ, гіпоксія</u>)</i>
Субмаксимальна	<i>Втома ЦНС, нервово-м'язового апарату (<u>забруднення молочною кислотою, гіпоксія</u>), зміни гомеостазу (рН)</i>
Велика	<i>Втома вегетативних систем, <u>виснаження запасів глікогену у м'язах, забруднення молочною кислотою.</u></i>
Помірна	<i>Те саме, а також зневоднення, гіпертермія, порушення водно-сольового балансу, <u>отруєння продуктами розпаду білків (сечовина), втома ЦНС, виснаження запасів глікогену у печінці.</u></i>

# Особливості розвитку втоми під час ситуаційних вправ



- втома сенсорних систем,
- втома вищих відділів ЦНС,
- механізми, що відповідають втомі циклічних вправ відповідної тривалості



# Особливості розвитку втоми під час ациклічних вправ



## Силкові та швидкісно-силкові:

- зміна функціонального стану м'язів,
- вплив статичних зусиль



## Прицільні та вправи із складною координацією рухів:

- зміна функціонального стану м'язів,
- втома ЦНС

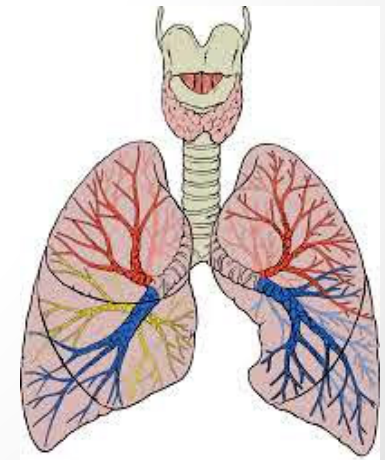
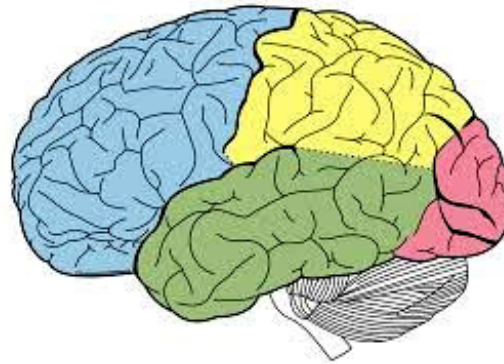
# Класифікація статичних зусиль та особливості їхнього впливу на організм людини

Локальні

Регіональні

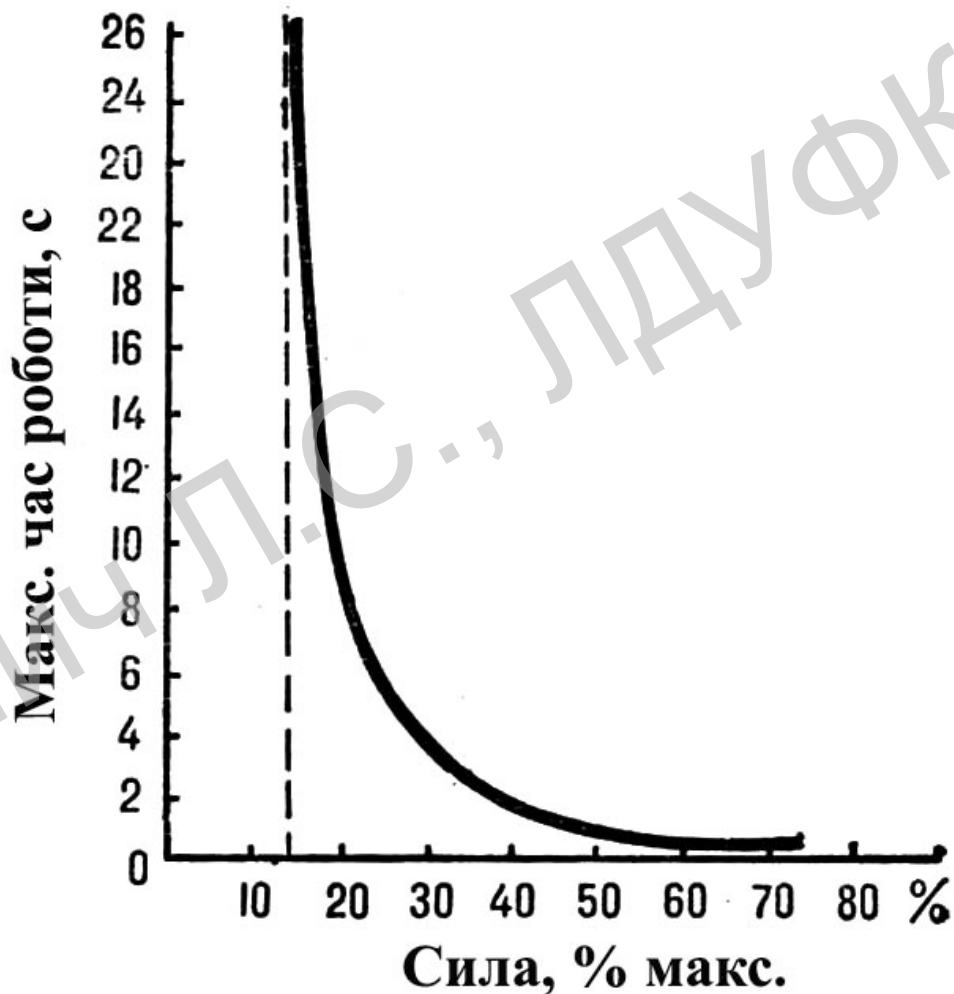
Глобальні

Малої, середньої і великої потужності





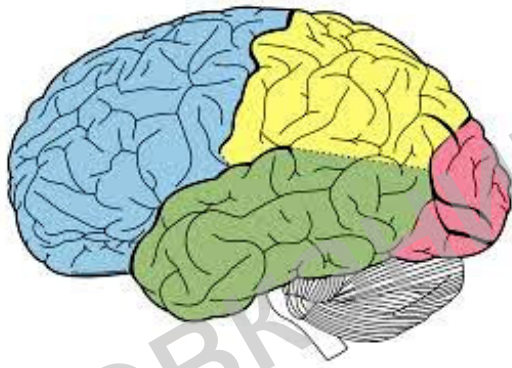
# Залежність тривалості утримання статичного зусилля від сили скорочення м'язів



# Особливості впливу важких глобальних статичних зусиль на фізіологічні системи

## ЦНС

(швидкий розвиток позамежного гальмування)



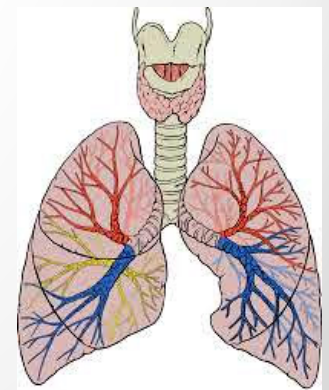
## М'язи

(тетанічні скорочення, зростання периферичного опору, порушення кровопостачання, гіпоксія)

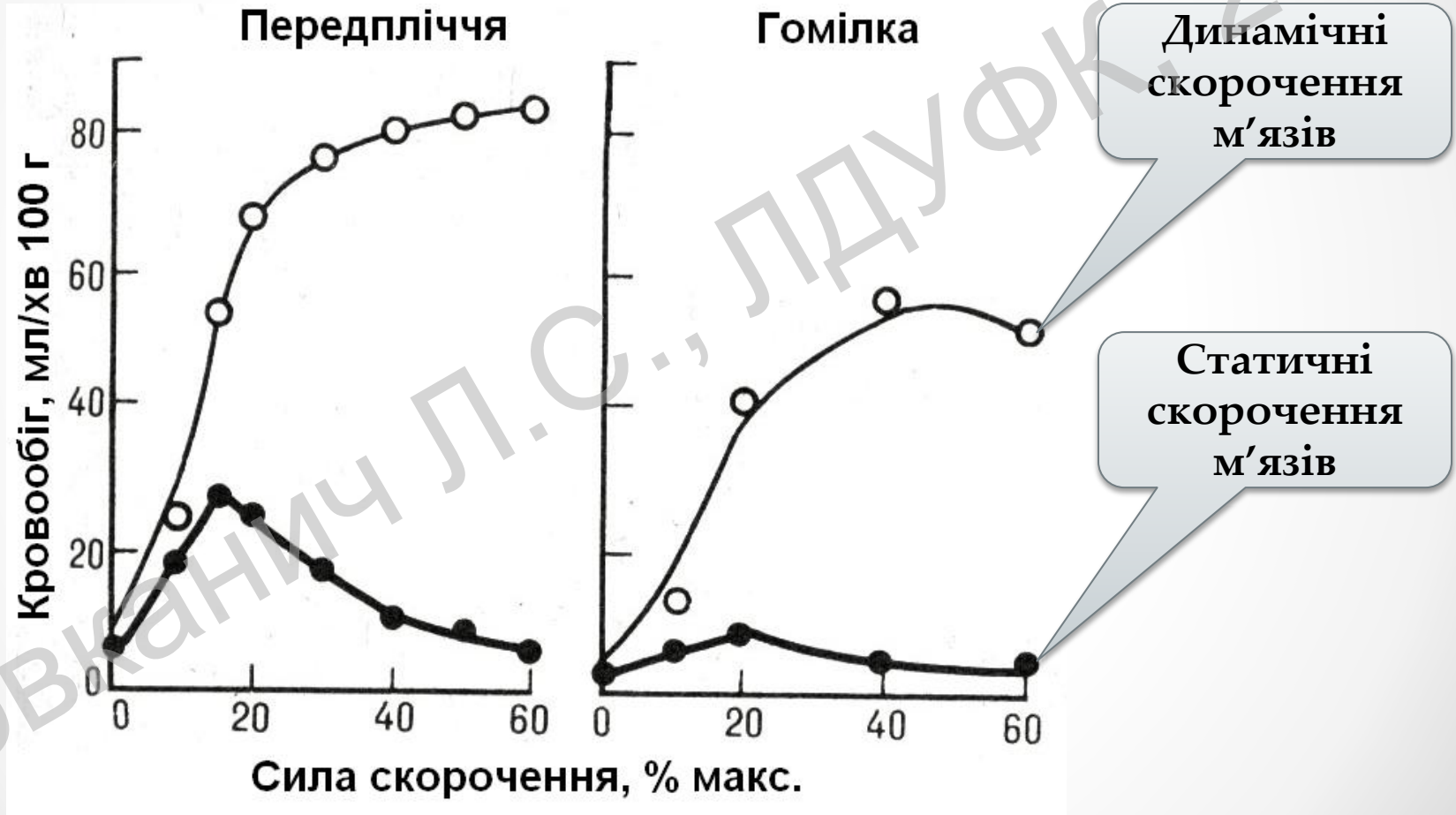


## Вегетативні системи

(зменшення венозного притоку, різке зростання тиску, утруднення роботи дихальної системи)



# Порівняння впливу динамічних та статичних скорочень на кровопостачання м'язів



# Феномен Ліндгарда-Верещагіна

