

КАФЕДРА: МЕДИКО-БІОЛОГІЧНИХ ДИСЦИПЛІН
ДИСЦИПЛІНА: ФІЗІОЛІГІЧНІ АСПЕКТИ СУЧАСНИХ ФІТНЕС-ТЕХНОЛОГІЙ
КУРС: I (МАГІСТРАТУРА)



**АДАПТАЦІЙНІ ЗМІНИ В ОРГАНІЗМІ ЛЮДИНИ ЯК
ОСНОВА РОЗВИТКУ ТРЕНУВАЛЬНИХ ЕФЕКТІВ
ПРИ ЗАНЯТТЯХ ФІЗИЧНИМИ ВПРАВАМИ**

ПИТАННЯ ДО РОЗГЛЯДУ:

1. Адаптація до фізичних навантажень і тренувальні ефекти під час занять фізичними вправами.
2. Сучасні теорії адаптації до фізичних навантажень.
3. Морфо-функціональні прояви адаптації м'язів до фізичних навантажень:
 - гіпертрофія м'язів;
 - гіперплазія м'язів (чи є вона?);
 - модифікація рухових одиниць (мієлінізація і зміна метаболізму).

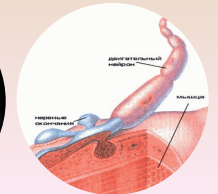
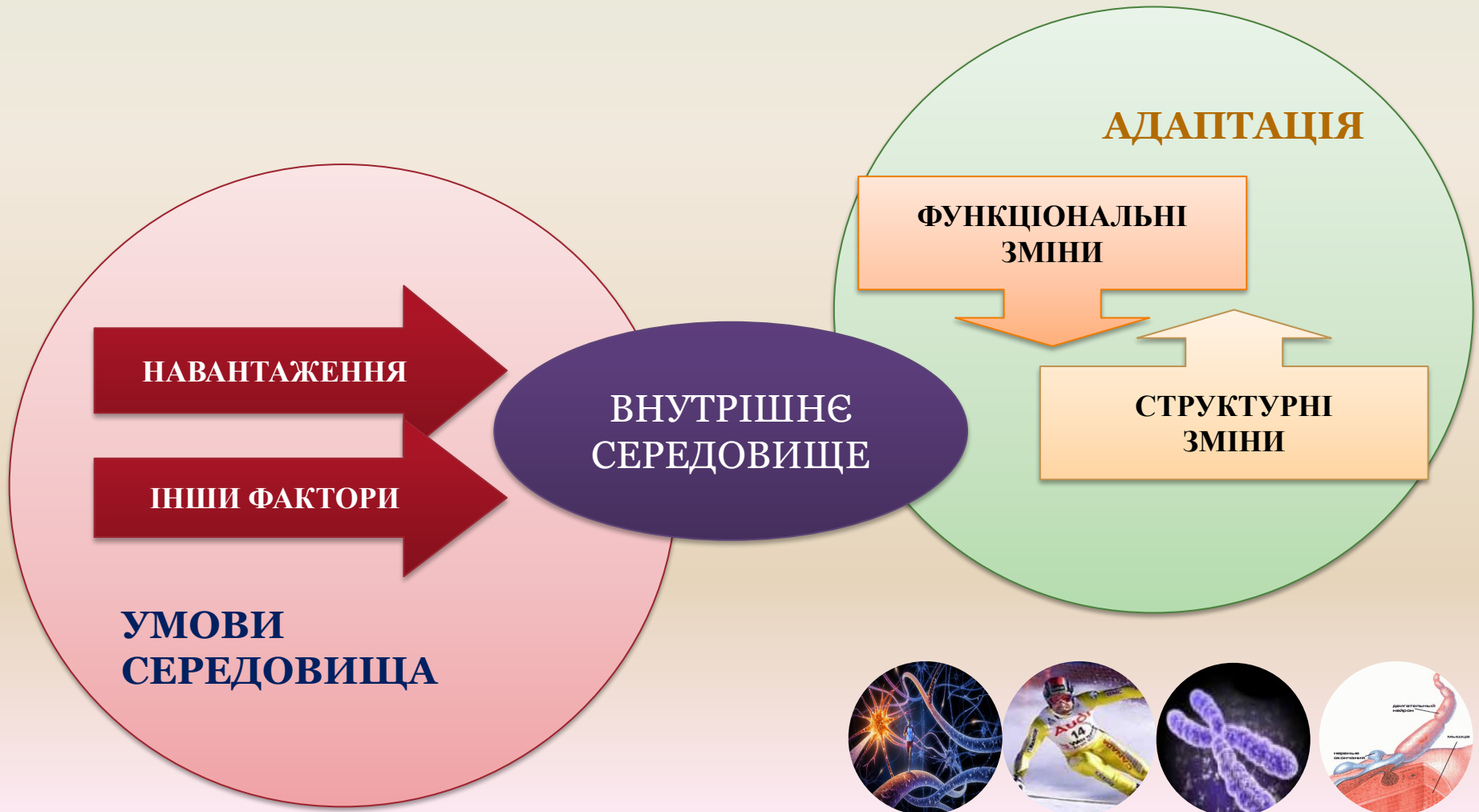
ЛІТЕРАТУРА:

Для вивчення цієї теми Ви можете використовувати будь-які джерела (книжки, Інтернет) з адаптації скелетних м'язів.



Адаптація (як процес) –

сукупність морфологічних, фізіологічних і метаболічних змін, які є основою пристосування організму до умов навколишнього середовища і спрямованих на збереження гомеостазу.



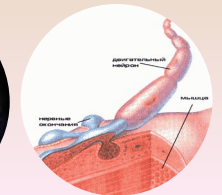
ВИДИ АДАПТАЦІЇ: за механізмами формування

ГЕНОТИПНА АДАПТАЦІЯ

- Певний набір «програм» реагування окремого організму на умови зовнішнього середовища, що сформувався протягом еволюції

ФЕНОТИПНА АДАПТАЦІЯ

- Можливості організму, набуті під час онтогенезу за рахунок реалізації індивідуальних можливостей людини в окремій діяльності



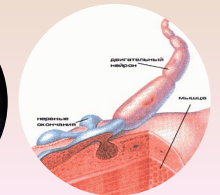
ВИДИ АДАПТАЦІЇ: за часом формування

ТЕРМІНОВА АДАПТАЦІЯ

- відповідні реакції окремих систем або всього організму, основані на готових, раніше сформованих фізіологічних механізмах, на термінову дію адекватних подразників (функціональні зміни).

ДОВГОЧАСНА АДАПТАЦІЯ

- Поступове накопичення кількісних змін в організмі, що призводить до набуття нових якісних властивостей (структурно-функціональні перебудови).

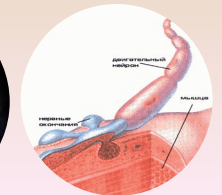


ТРЕНУВАЛЬНІ ЕФЕКТИ – узагальненні зміни в організмі людини, які є результатом адаптації до фізичних навантажень

Збільшення потужності функціональних систем

Економізація

Збільшення резистентності



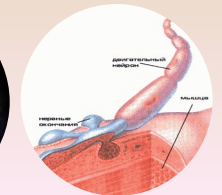
ТРЕНУВАЛЬНІ ЕФЕКТИ – узагальненні зміни в організмі людини, які є результатом адаптації до фізичних навантажень

Збільшення потужності функціональних систем

проявляється в тому, що тренований організм здатний виконувати роботу у такому обсязі і з такою інтенсивністю, які неможливі для нетренованого організму

Фізіологічними проявами збільшення потужності є:

- збільшення потужності та обсягів виконання механічної роботи;
- збільшення максимальних показників фізіологічних функцій (ЧСС, МВЛ, МПК тощо) в умовах максимальної діяльності;
- збільшення зрушень гомеостазу (ацидоз, накопичення лактату, кетонів, сечовини) в умовах максимальної діяльності.



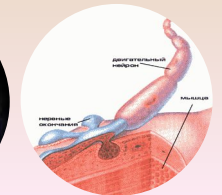
ТРЕНУВАЛЬНІ ЕФЕКТИ – узагальненні зміни в організмі людини, які є результатом адаптації до фізичних навантажень

Економізація

проявляється в тому, що тренований організм зменшує рівень напруги, інтенсивність обміну речовин і енергетичні витрати у некритичних станах – стані спокою і при немаксимальних навантаженнях

Фізіологічними проявами економізації є:

- зменшення тонуусу симпатичного відділу ВНС у стані спокою;
- зменшенні показників базальної температури тіла і основного обміну;
- зменшенні рівня показників фізіологічних функцій (брадікардія, зменшення частоти дихання, споживання кисню) в умовах немаксимальної діяльності;
- пришвидшенні відновлення гомеостазу в умовах максимальної діяльності.



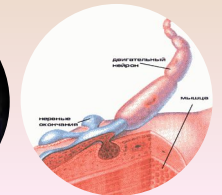
ТРЕНУВАЛЬНІ ЕФЕКТИ – узагальненні зміни в організмі людини, які є результатом адаптації до фізичних навантажень

Збільшення резистентності до факторів зовнішнього середовища.

проявляється в тому, що тренований організм менш інтенсивно реагує на дію пошкоджуючих факторів – зміни атмосферного тиску, гіпоксію, радіаційний фон, забруднення середовища, вплив вірусів тощо.

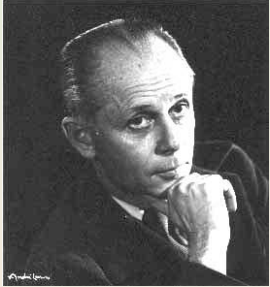
Фізіологічними проявами збільшення резистентності є:

- зростання «порогів пошкодження» клітин, що набувають резерву для боротьби з дією різних факторів;
- оптимізація реакції нейро-гуморальних механізмів на дію зовнішнього середовища.



ТЕОРІЇ АДАПТАЦІЇ:

«загальний адаптаційний синдром» за Г.Сельє



Стрес (від англ. «stress» – напруга) – особливий стан живого організму, який виникає у відповідь на дію будь-якого сильного подразника.

Стадія тривоги
(alarm)

- Первинна реакція на подразник за рахунок діяльності ЦНС та дії гормонів стресу – адреналіну та норадреналіну

Стадія адаптації

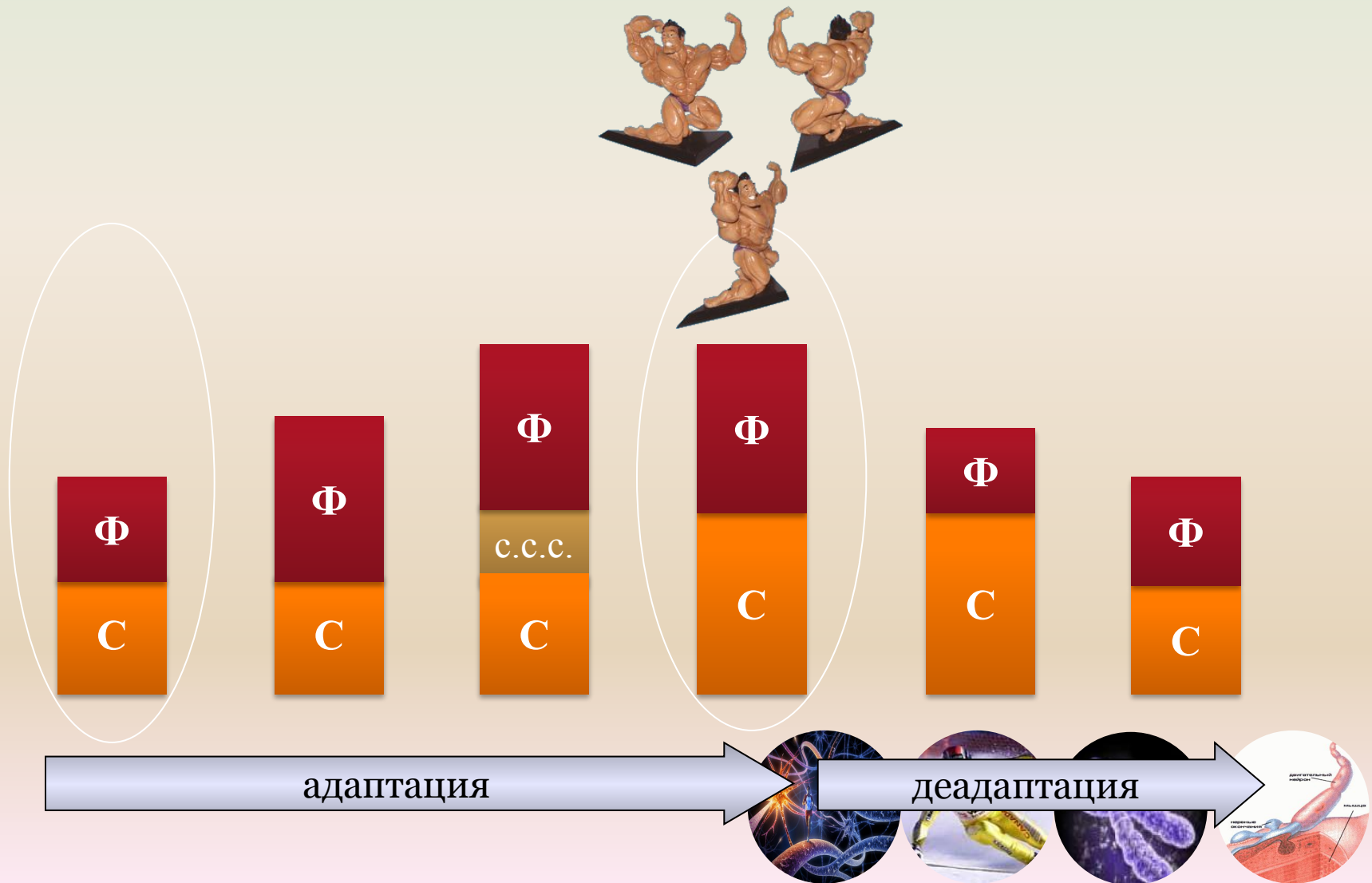
- Адекватна протидія подразнику за рахунок резервів організму

Стадія
виснаження

- Втрата організмом можливості протидіяти, виснаження та загибель

ТЕОРІЇ АДАПТАЦІЇ:

мобілізація пластичного резерву клітини на формування «системного структурного сліду» за Ф.З. Меєрсоном



ТЕОРІЇ АДАПТАЦІЇ: формування функціональної системи за П.К. Анохіним

Згідно теорії функціональних систем, адаптацію необхідно розглядати, як формування **нової функціональної системи**, яка адекватно реагує на подразники навколишнього середовища, які постійно змінюються.



ТЕОРІЇ АДАПТАЦІЇ: перерозподіл функціональних резервів

Функціональні і метаболічні резерви – межі зміни показників гомеостазу або фізіологічних функцій організму, що характеризують «запас» функції.

РОЗПОДІЛ РЕЗЕРВІВ У ПЕРЕСІЧНОЇ ЛЮДИНИ



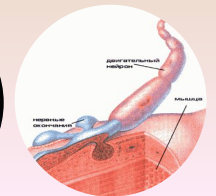
ПЕРЕРОЗПОДІЛ РЕЗЕРВІВ ПІД ВПЛИВОМ РУХОВОЇ АКТИВНОСТІ



МЕХАНІЗМИ АДАПТАЦІЇ ДО ФІЗИЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ

Загальні механізми адаптації клітин і органів до фізичних навантажень:

1. Гіпертрофія та (можливо?) гіперплазія.
2. Мієлінізація мотонейронів.
3. Васкуляризація тканин (м'язів, міокарду, легень, тощо).
4. Набуття клітинами скелетних м'язів збільшених енергетичних властивостей (накопичення речовин, мітохондрій, міоглобіну).
5. Формування стійкості вегетативних центрів до специфічних подразників (ацидоз, гіпоксія, гіперкапнія).

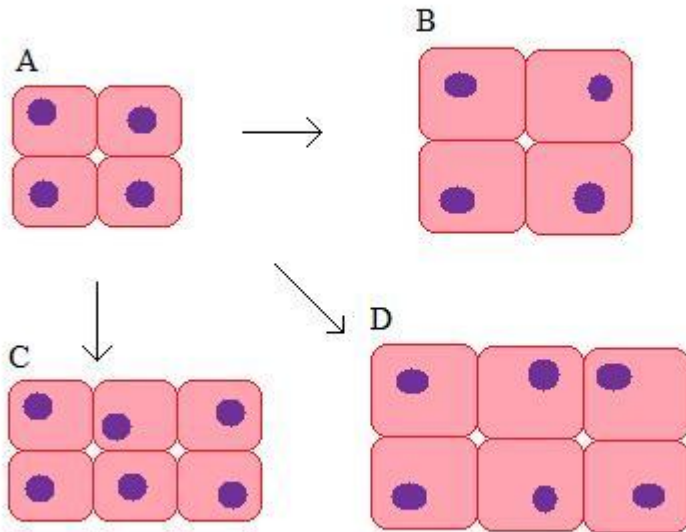


ГІПЕРТРОФІЯ –

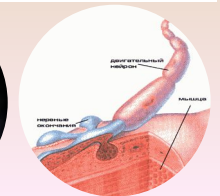
збільшення в об'ємі органів, тканин за рахунок збільшення об'єму клітин

ГІПЕРПЛАЗІЯ –

збільшення в об'ємі органів, тканин за рахунок збільшення кількості клітин



А – вихідний стан тканини;
В – гіпертрофія тканини;
С – гіперплазія тканини;
D – одночасна гіпертрофія та гіперплазія.



ГІПЕРТРОФІЯ СКЕЛЕТНИХ М'ЯЗІВ

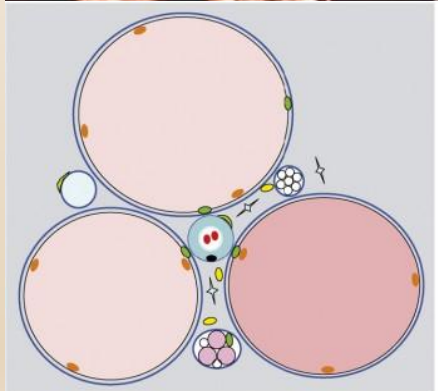
СКРКОПЛАЗМАТИЧНА:

маса збільшується за рахунок кількості органел і речовин (саркоплазма, мітохондрії, міоглобін, глікоген)

МІОФІБРІЛЯРНА:

маса збільшується за рахунок апарату скорочення – міофібрил

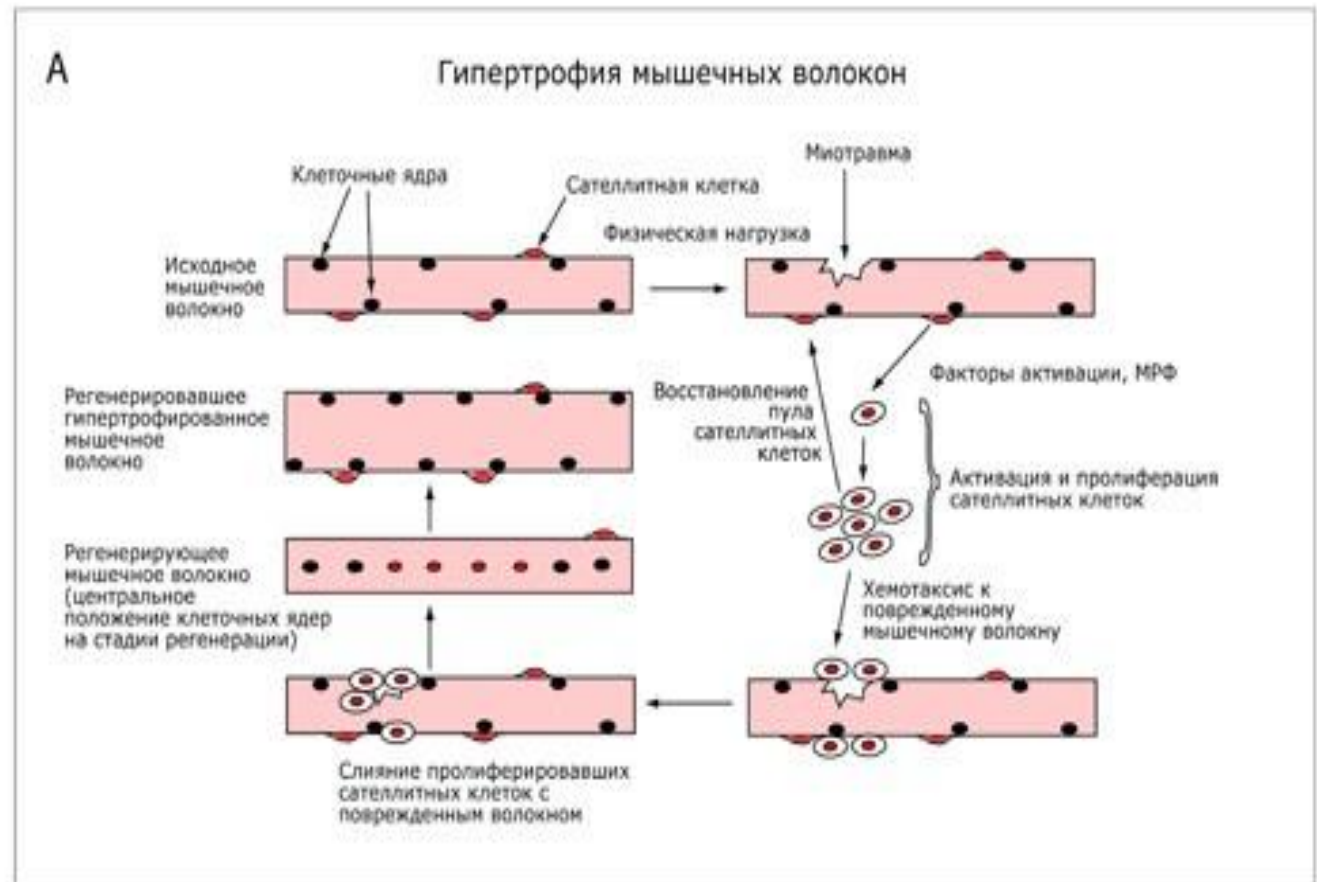




- | | | | |
|--|----------------|--|---------------------|
| | Muscle spindle | | Satellite cell |
| | Nerve | | Interstitial cell |
| | Lymph vessel | | Myonucleus |
| | Myofiber | | Fibroblast |
| | Blood vessel | | Blood cell |
| | Basal laminin | | Pericyte |
| | ECM | | Myoendothelial cell |

TRENDS in Molecular Medicine

МІОФІБРИЛЯРНА ГІПЕРТРОФІЯ М'ЯЗІВ – результат підвищення синтезу білків у м'язах.



Сателітні клітини («клітини-супутники») – одноядерні міогенні ствові клітини, що знаходяться між базальними мембранами і сарколемою м'язового волокна і є головним фактором постнатального збільшення м'язу.



**САРКОПЛАЗМАТИЧНА ГІПЕРТРОФІЯ М'ЯЗІВ –
результат «накопичення» структур і речовин,
відповідальних за енергетичний баланс**

Мітохондрії

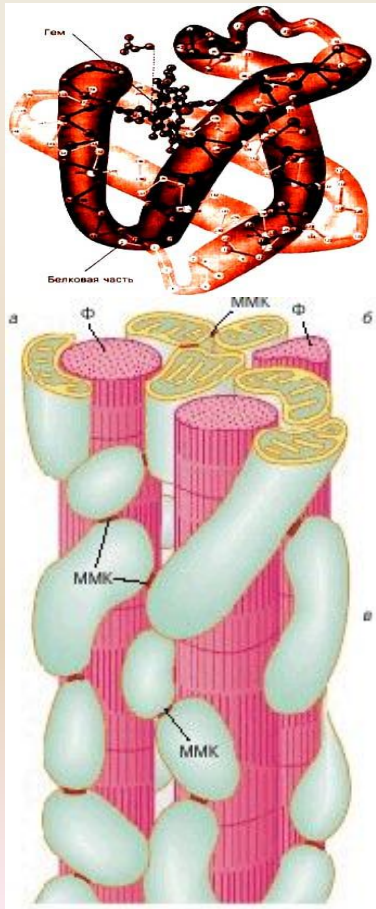
Міоглобін

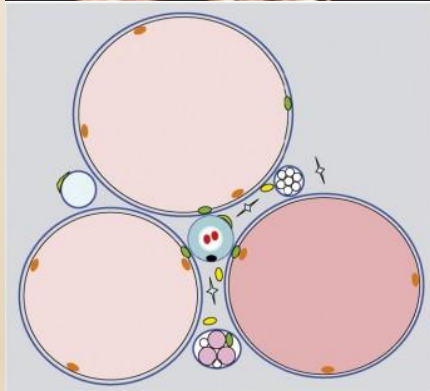
Глікоген

Кратинфосфат

**Саркоплазма і структури
саркоплазматичного ретикулуму**

Вода та іони

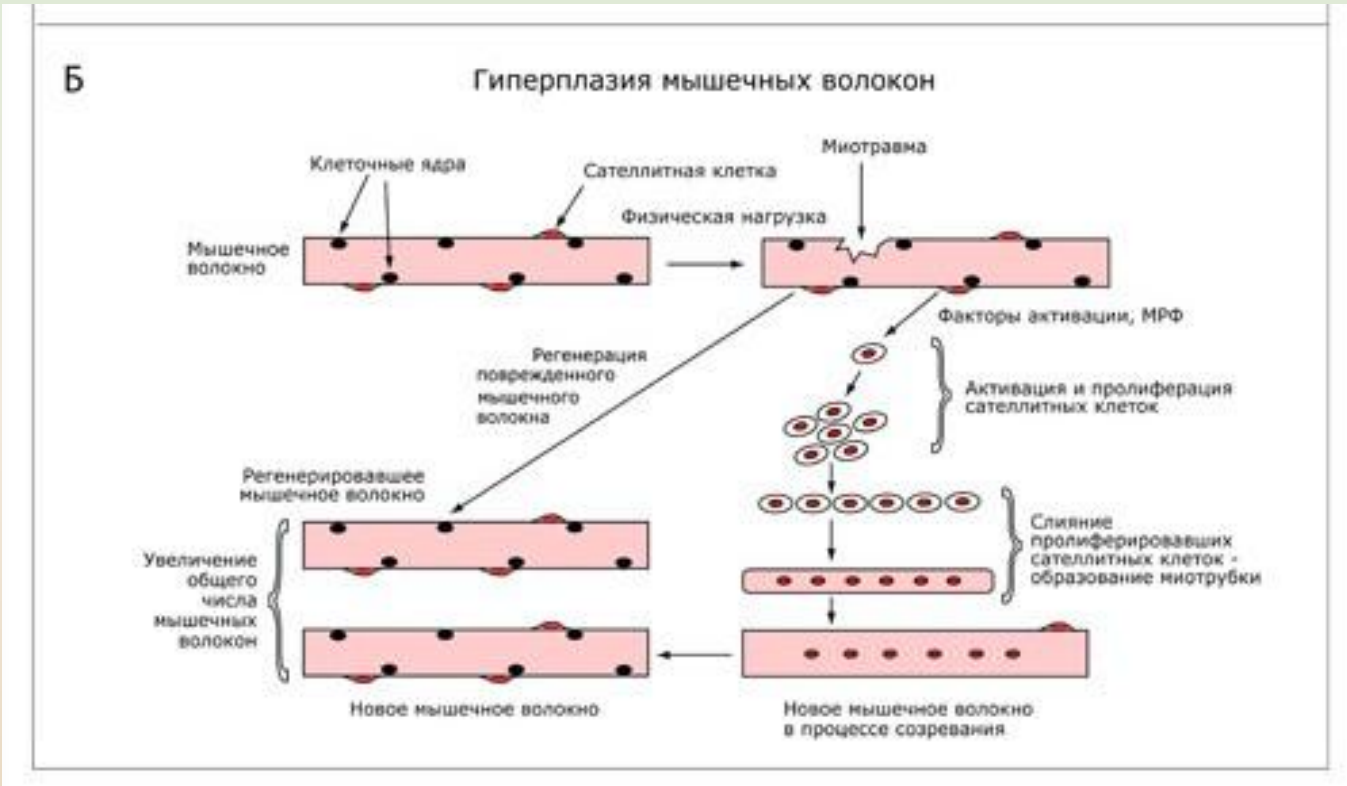




- | | | | |
|--|----------------|--|---------------------|
| | Muscle spindle | | Satellite cell |
| | Nerve | | Interstitial cell |
| | Lymph vessel | | Myonucleus |
| | Myofiber | | Fibroblast |
| | Blood vessel | | Blood cell |
| | Basal laminin | | Pericyte |
| | ECM | | Myoendothelial cell |

TRENDS in Molecular Medicine

ГІПЕРПЛАЗІЯ М'ЯЗІВ



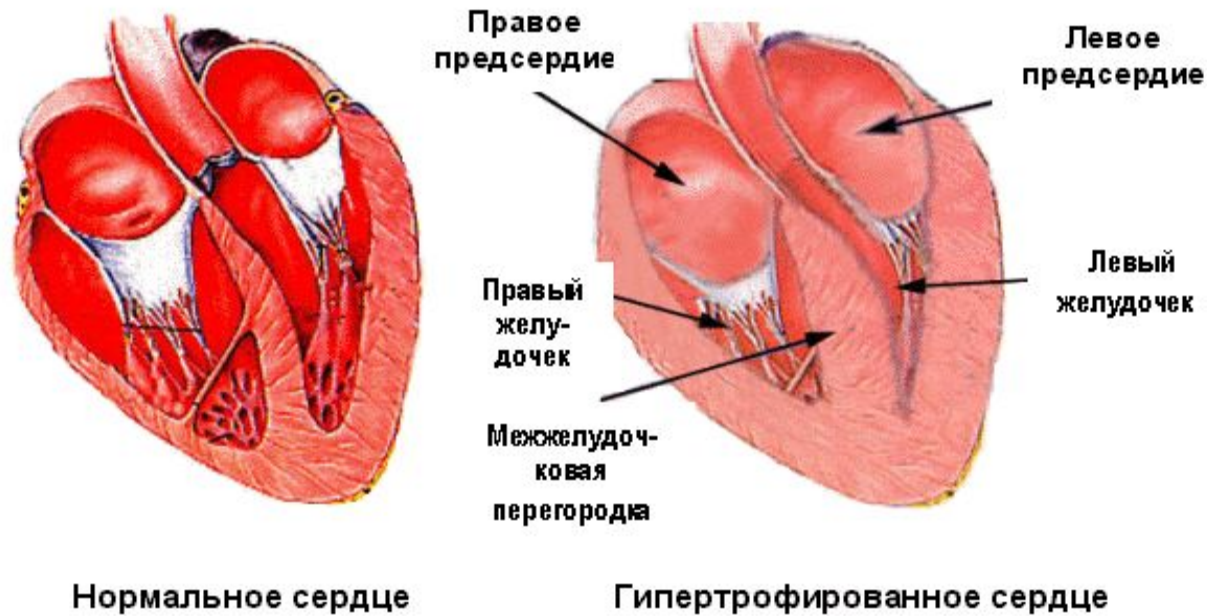
Сателітні клітини («клітини-супутники») – одноядерні міогенні стволові клітини, що знаходяться між базальними мембранами і сарколемою м'язового волокна і є головним фактором постнатального збільшення м'язу.

ГІПЕРТРОФІЯ МІОКАРДУ –

переважно притаманна для лівого шлуночка; може виникати внаслідок важкої фізичної праці чи занять спортом, а також внаслідок захворювання серцево-судинної системи (гіпертонічна хвороба).

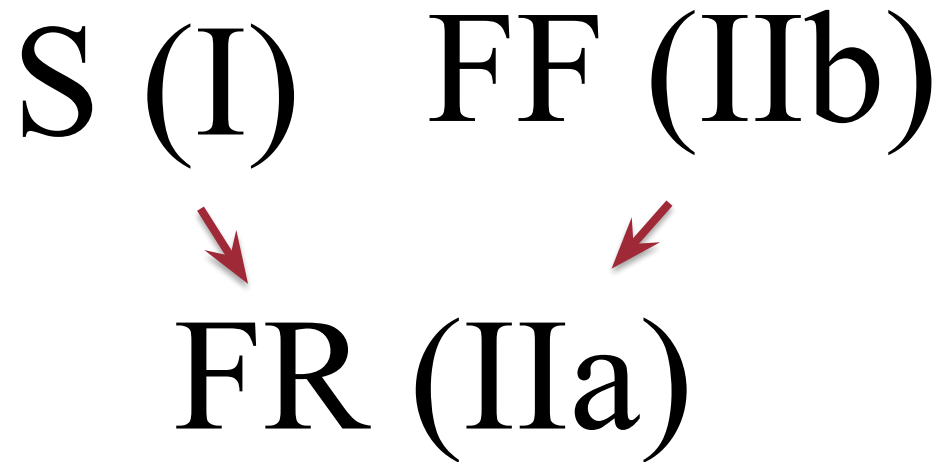
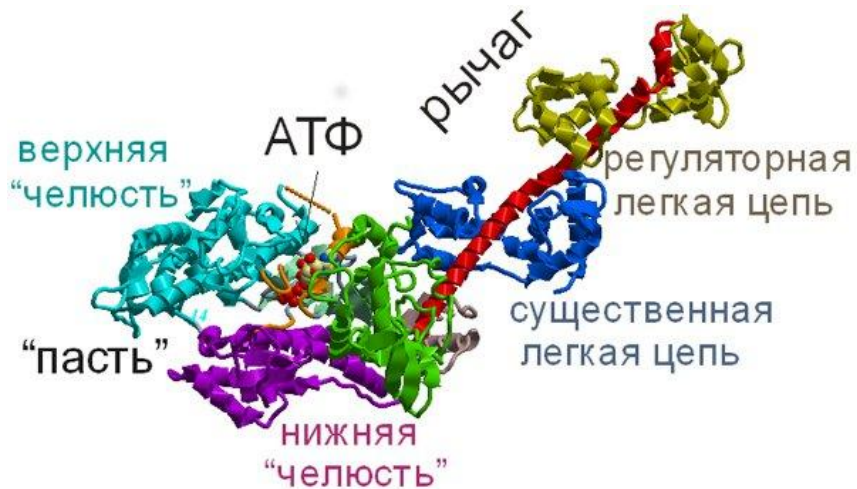


«Спортивне серце»



«Спортивна» гіпертрофія супроводжується пропорційними змінами об'єму шлуночка та нормальним розвитком системи коронарного кровообігу.

**МОДИФІКАЦІЯ РУХОВИХ ОДИНИЦЬ –
збільшення кількості «проміжних» волокон за рахунок
модифікації «червоних» або «білих» відповідно до основного
напрямку фізичних навантажень**



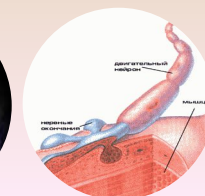
Структурно-функціональна різноманітність м'язових волокон обумовлена існуванням широкого спектру ізоформ міозину.

Міозин – молекула, від якої, поряд з актином, залежить м'язове скорочення. Молекула міозину складається з двох важких ланцюгів (MyHC) і чотирьох легких ланцюгів (MyLC). Важкі ланцюги міозину представлені кількома ізоформами, від властивостей яких залежать швидкісно-силові якості м'язових волокон.

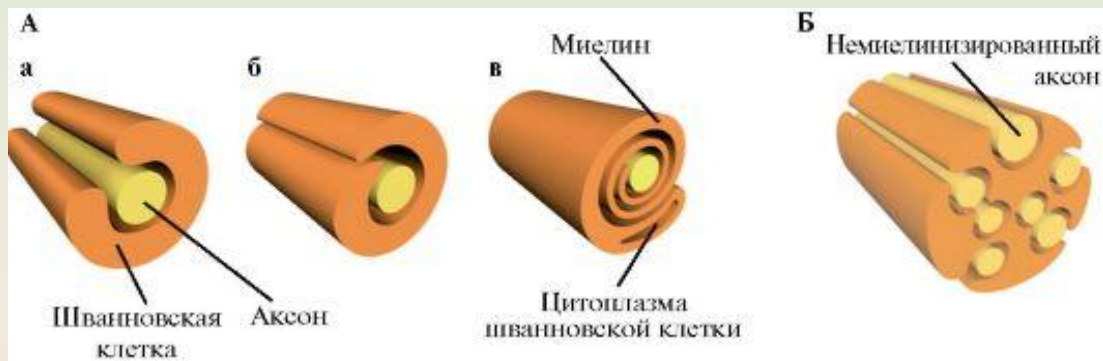
МОДИФІКАЦІЯ МЕТАБОЛІНОГО ПРОФІЛЮ М'ЯЗОВИХ ВОЛОКОН

(зміни м'язової композиції)

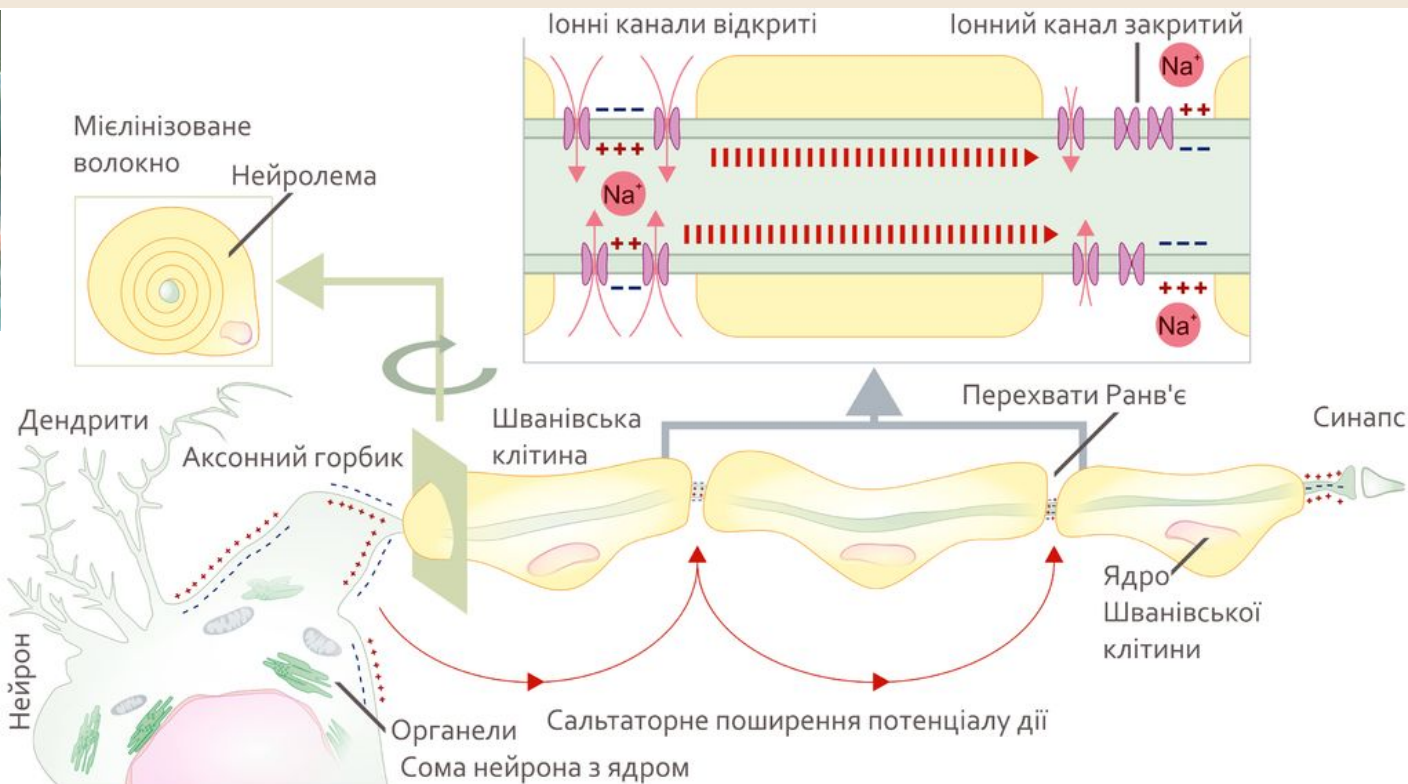
Спеціалізація спортсмена (м'яз)	Склад м'язових волокон, %		Площа поперечного перерізу, мкм ²		Відношення ПМВ/ШМВ
	ПМВ	ШМВ	ПМВ	ШМВ	
Не спортсмени (латеральна стегна)	47	53	4,72	4,71	0,99
Біг на 100 м (литковий)	24	76	5,88	6,03	1,03
Важка атлетика (латеральна стегна)	44	56	5,06	8,91	1,76
Марафон (литковий)	79	21	8,34	6,49	0,78
Веслування на каное (задня дельта)	71	29	4,92	7,04	1,43



МІЄЛІНІЗАЦІЯ – процес «обгорнення» аксону мотонейрона специфічною клітиною, збагаченою мієліном

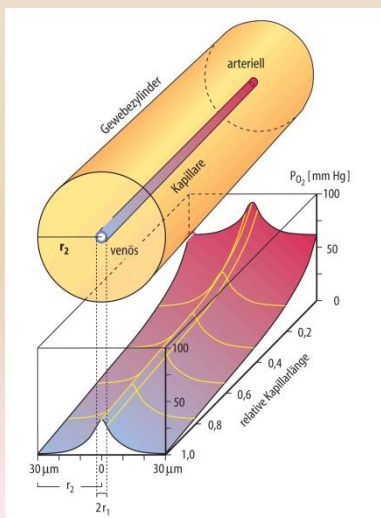


Мієлінізація пришвидшує рух нервових імпульсів, дає можливість нейрону працювати з більшою частотою



ВАСКУЛЯРИЗАЦІЯ –

(від. лат. Vasculum: «маленька судина») – збільшення щільності судин у тканинах організму, що призводить до збільшення кровотоку.



Тип м'язового волокна	Чоловіки		Жінки	
	НТ	С	НТ	С
Середня кількість капілярів навколо одного м'язового волокна (латеральна голівка чотириглавого м. стегна)				
Тип I (МО)	4,2	5,9	4,6	5,1
Тип IIa (БОГ)	4,0	5,2	3,7	4,8
Тип IIb (БГ)	3,2	4,3	2,9	3,6
Середня площа м'язу (мкм ²), яка обслуговується 1 капіляром				
Тип I (МО)	1014	997	1034	901
Тип IIa (БОГ)	1335	1213	1062	871
Тип IIb (БГ)	1338	1235	878	840

Формування стійкості вегетативних центрів до специфічних подразників (ацидоз, гіпоксія, гіперкапнія)

За рахунок кількісних змін:

Еритропоез

Лейкоцитоз

Накопичення буферних систем

За рахунок якісних змін:

Збільшення «порогів чутливості» вегетативних центрів – дихального, судинно-рухового та ін.

Зменшення чутливості до дії гормонів

Зменшення чутливості до подразників – гіпоксичного, гіперкапнічного, ацидотичного.