КАФЕДРА: МЕДИКО-БІОЛОГІЧНИХ ДИСЦИПЛІН
ДИСЦИПЛІНА: СПОРТИВНА ФІЗІОЛОГІЯ
КУРС: IV

Рекрутування нейромоторних одиниць та аеробно-анаеробний перехід

ПИТАННЯ ДО РОЗГЛЯДУ:

1. Нейромоторні (рухові) одиниці: морфофункціональні властивості та роль у виконанні рухів.
2. Правило рекрутування рухових одиниць залежно від потужності м'язової роботи.
3. Аеробно-анаеробний перехід: сутність, визначення і значущість для оцінки рівня фізичного навантаження.

ЛІТЕРАТУРА:

Для вивчення цієї теми Ви можете використовувати будь-які джерела (книжки, Інтернет).
Ключові слова: ПАНО, анаеробний поріг, лактатний поріг, «точка Конконі».

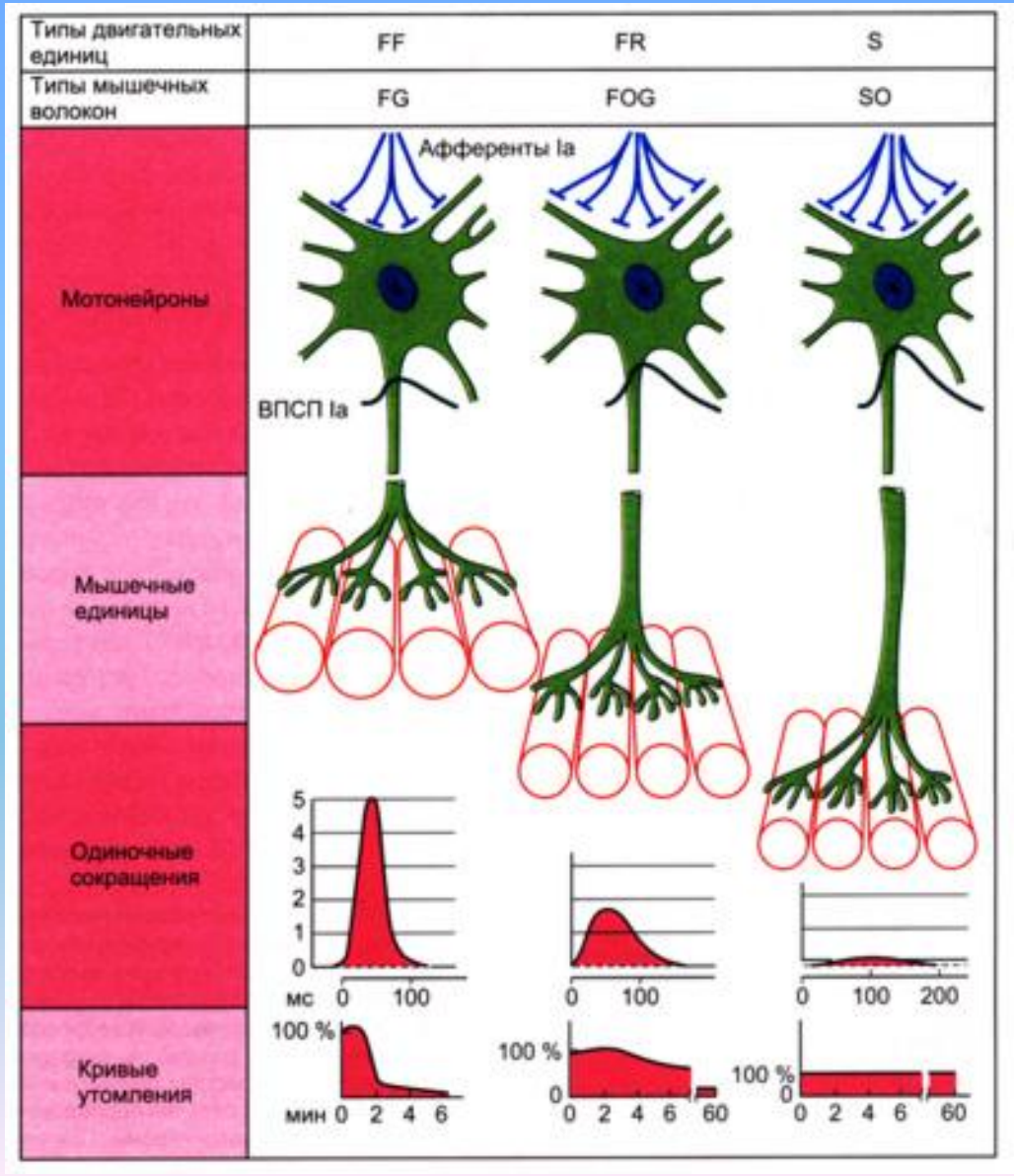
Нейромоторні одиниці: морфофункціональні властивості та роль у виконанні рухів

Головними ознаками рухових одиниць є поріг збудження і спротив втомі, за якими їх поділяють на:

FF (fast fatigable) – швидкі, які швидко втомлюються, вміщують м'язові волокна типу IIб (швидкі, гліколітичні)

FR (fast fatigue resistant) – швидкі, які мало втомлюються, вміщують м' язові волокна типу IIа (швидкі, окисно-гліколітичні)

S (slow) – повільні, вміщують м' язові волокна типу I (окисні)



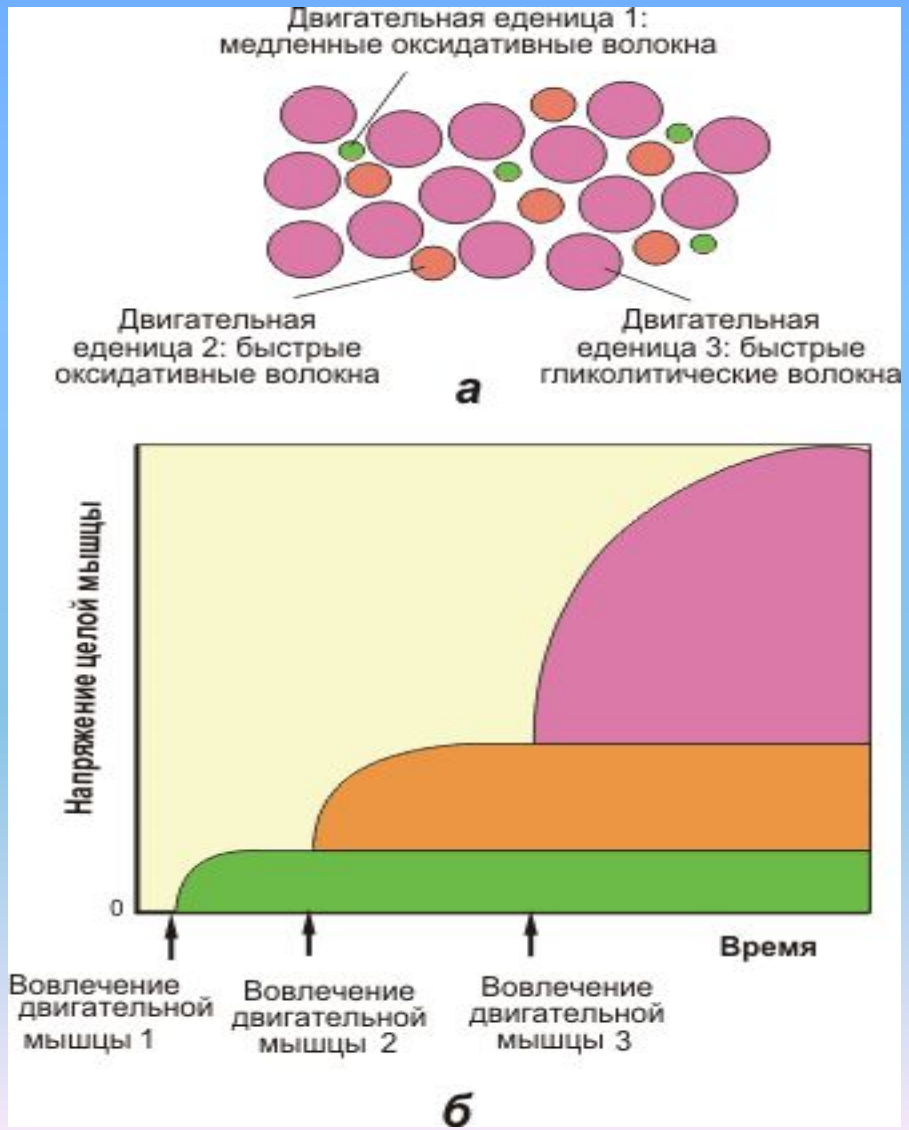
Правило рекрутування рухових одиниць залежно від потужності м'язової роботи

Включення рухових одиниць залежить від рівня навантаження, здатного збудити мотонейрон:

одиниці з низьким порогом збудження (S, частка FR) активуються вже при навантаженнях невисокої інтенсивності;

одиниці з високим порогом збудження (FF, частка FR) активуються при більш високих навантаженнях;

максимальні навантаження активують всі волокна одночасно.



Правило рекрутування рухових одиниць залежно від потужності м'язової роботи

Інтенсивність навантаження	Тип S	Тип FR_1 (с низьким порогом)	Тип FR_2 (с високим порогом)	Тип FF
~ 20-30% від максимуму	Гладкий тетанус	Зубчастий тетанус	Неактивні	Неактивні
~ 40-50% від максимуму	Гладкий тетанус	Гладкий тетанус	Неактивні або зубчастий тетанус	Неактивні
~ 70-90% від максимуму	Гладкий тетанус	Гладкий тетанус	Зубчастий або гладкий тетанус	Неактивні або зубчастий тетанус
Максимальне навантаження	Гладкий тетанус	Гладкий тетанус	Гладкий тетанус	Гладкий тетанус

МОДЕЛЬ

Максимальна потужність: **$S+FR_1+FR_2+FF$**
Субмаксимальна потужність: **$S+FR_1+FR_2$**
Велика потужність: **$S+FR_1$**
Помірна потужність: **S**

Вплив активності рухових одиниць на метаболічні і функціональні зміни в організмі

Потужність роботи (зона)	Активність рухових одиниць	Метаболічні зміни	Функціональні зміни
Максимальне навантаження (100 %; до 40 с)	**S+FR_1+ FR_2+FF**	Виснаження КрФ, різке ↓pH м'язів, різке ↑лактату м'язів (можливо і крові)	Висока швидкість розгортання КРС, досягнення максимальних показників дихання і кровообігу (можливо в період відновлення)
Субмаксимальне навантаження (~ 70-90% від максимуму; до 120 с)	**S+FR_1+ FR_2**	Швидке ↓pH м'язів і крові, швидке ↑лактату м'язів і крові	Значні ацидоз і гіпоксія, висока напруга КРС, досягнення МСК, вичерпання буферних можливостей крові.
Велике навантаження (~ 40-60% від максимуму; до 10 хв)	**S+FR_1**	Поступове ↓pH м'язів і крові, поступове ↑лактату м'язів і крові, його перерозподіл, гіпоксія	Виражені ацидоз і гіпоксія, висока напруга КРС, підтримання ~75-95% від МСК, поступове вичерпання буферних можливостей крові.
Помірне навантаження (~ 20-30% від максимуму; до 4 год)	**S**	Незначне↓pH м'язів і крові, баланс між швидкістю утворення і утилізації лактату	Незначні ацидоз і гіпоксія, напруга КРС, підтримання ~55-70% від МСК, дегідратація і порушення іонного балансу

Аеробно-анаеробний перехід: сутність, визначення і значущість для оцінки рівня фізичного навантаження

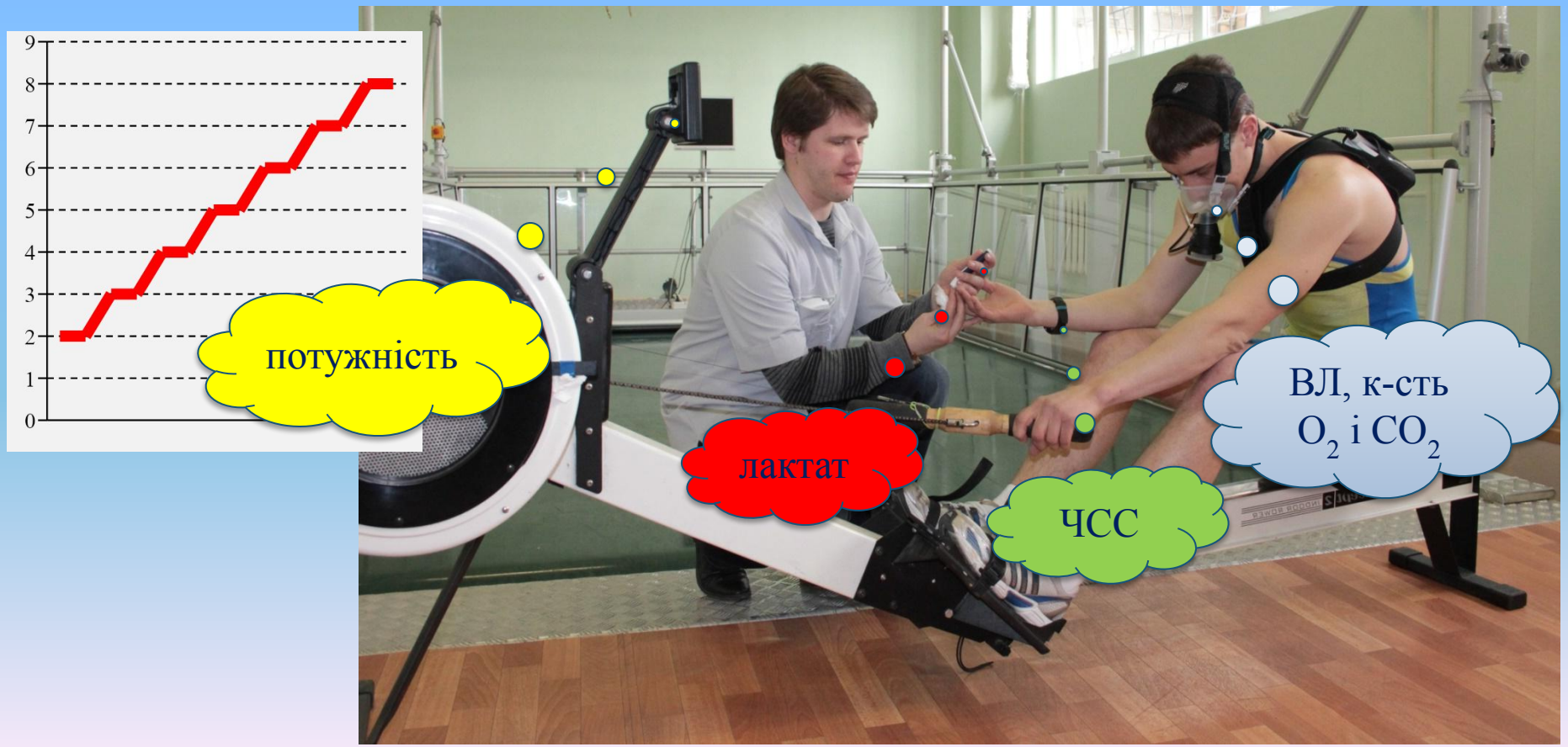
Аеробно-анаеробний перехід – функціональні зміни в організмі спортсмена, зумовлені поступовим рекрутуванням рухових одиниць під впливом навантаження, що зростає.

Дослідження процесу аеробно-анаеробного переходу пов'язано з індивідуалізацією фізичної підготовки, а саме:

- з можливістю визначення індивідуальних меж зон інтенсивності фізичного навантаження, на основі дослідження «порогів навантаження»;
- з можливістю вивчення індивідуальної адаптації людини до фізичних навантажень (тобто, ефективності дії програми підготовки), на основі дослідження динаміки «порогів навантаження».

Аеробно-анаеробний перехід: сутність, визначення і значущість для оцінки рівня фізичного навантаження

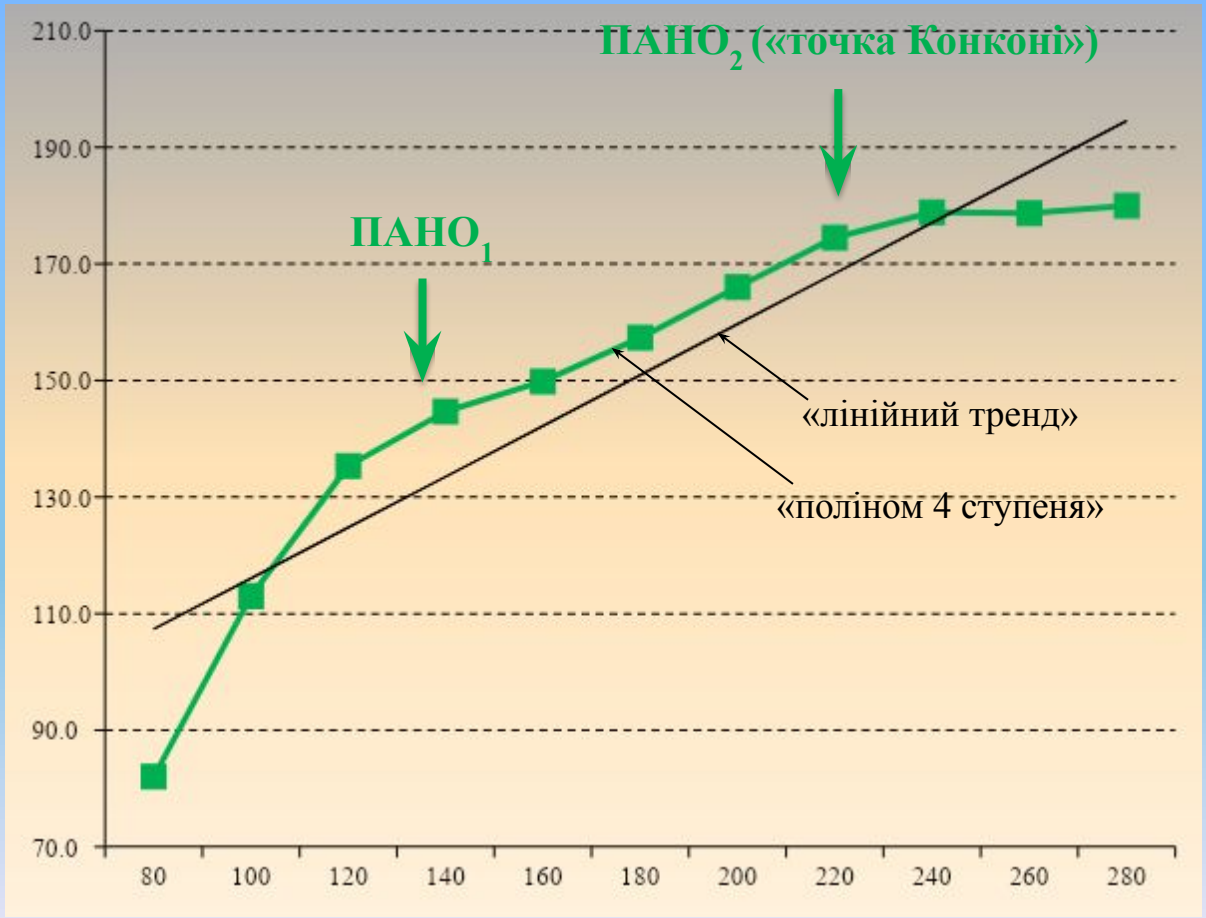
Для дослідження показників аеробно-анаеробного переходу використовують тест з поступово зростаючим навантаженням на будь-якому ергометрі, вимірюючи функціональні показники на кожному «щаблі» навантаження.



Аеробно-анаеробний перехід: сутність, визначення і значущість для оцінки рівня фізичного навантаження

Потужність+ЧСС

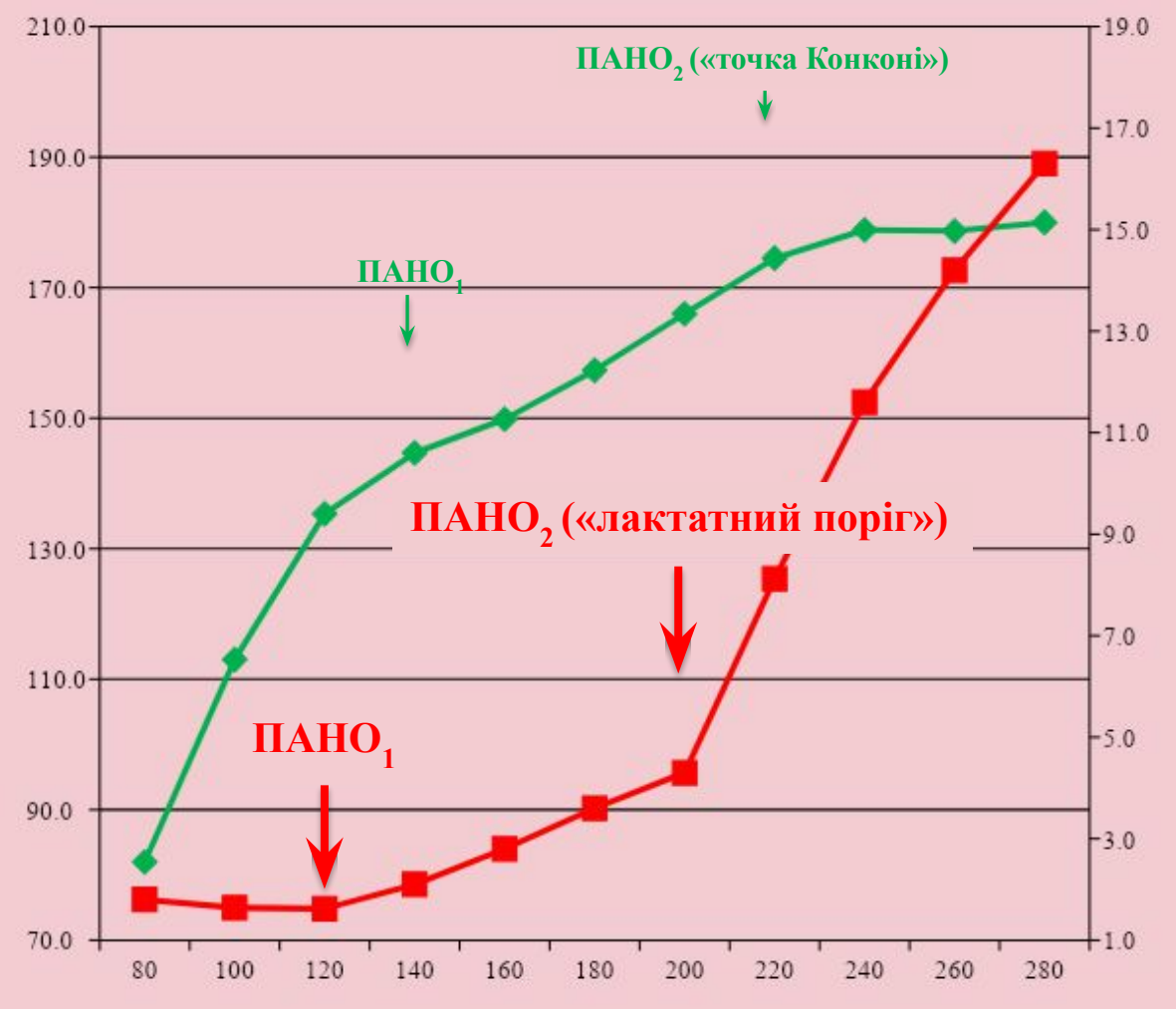
	W, Wt	t, min	HR, bt/min
0	80	0	82,0
1	100	1,5	113,0
2	120	3	135,3
3	140	4,5	144,7
4	160	6	149,8
5	180	7,5	157,3
6	200	9	166,0
7	220	10,5	174,5
8	240	12	178,8
9	260	13,5	178,7
10	280	15	180,0
rest 3'			
rest (120)		16:15	119



Аеробно-анаеробний перехід: сутність, визначення і значущість для оцінки рівня фізичного навантаження

Потужність+ЧСС+лактат

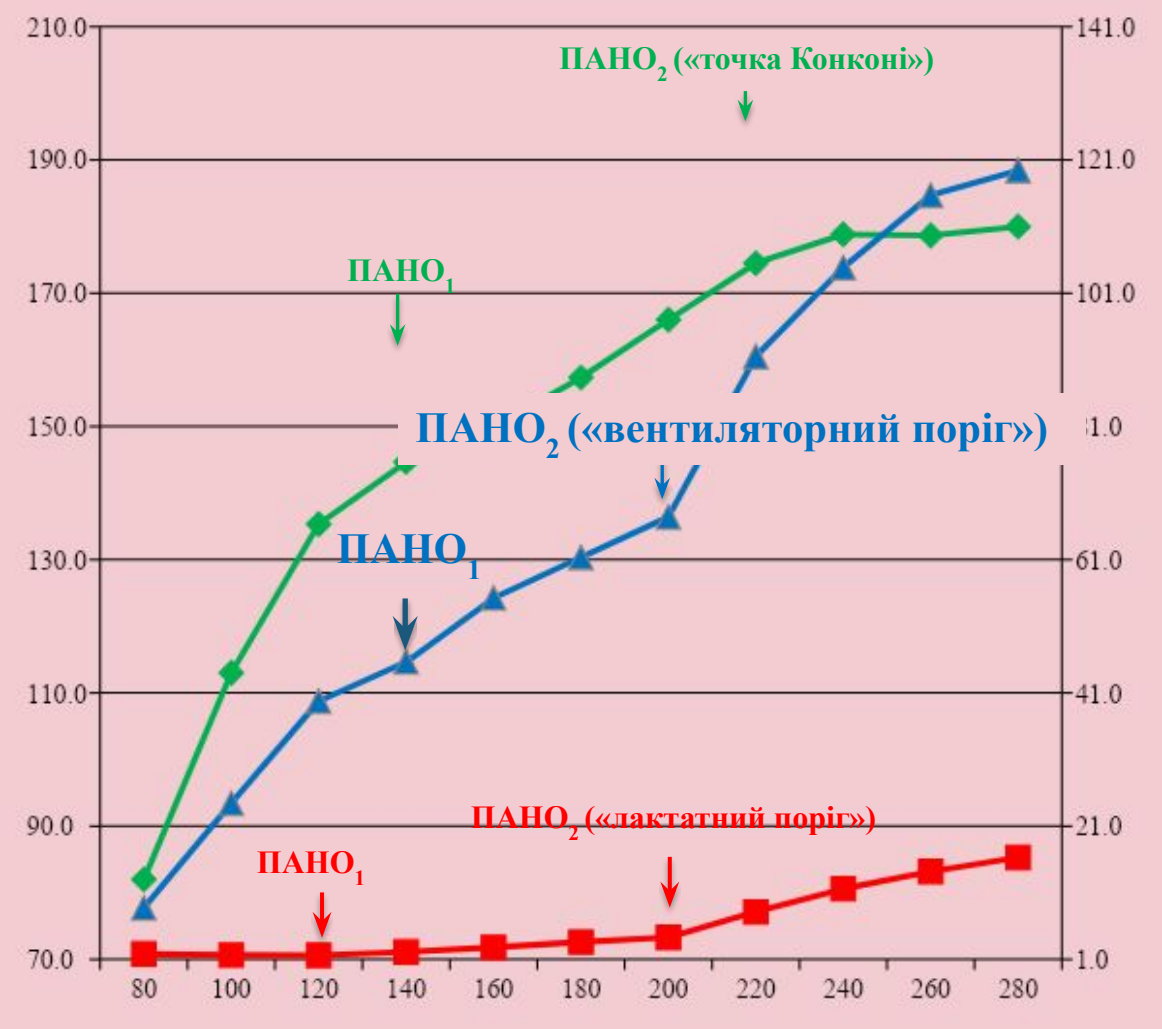
	W, Wt	t, min	HR, bt/min	La, mmol/l
0	80	0	82,0	1,8
1	100	1,5	113,0	1,6
2	120	3	135,3	1,6
3	140	4,5	144,7	2,1
4	160	6	149,8	2,8
5	180	7,5	157,3	3,6
6	200	9	166,0	4,3
7	220	10,5	174,5	8,1
8	240	12	178,8	11,6
9	260	13,5	178,7	14,2
10	280	15	180,0	16,3
rest 3'				
rest (120)		16:15	119	6,1



Аеробно-анаеробний перехід: сутність, визначення і значущість для оцінки рівня фізичного навантаження

Потужність+ЧСС+лактат+вентиляція легень і обмін газів

	W, Wt	t, min	HR, bt/min	La, mmol/l	VE, l/min
0	80	0	82,0	1,8	8,7
1	100	1,5	113,0	1,6	24,4
2	120	3	135,3	1,6	39,8
3	140	4,5	144,7	2,1	45,6
4	160	6	149,8	2,8	55,2
5	180	7,5	157,3	3,6	61,3
6	200	9	166,0	4,3	67,4
7	220	10,5	174,5	8,1	91,5
8	240	12	178,8	11,6	104,9
9	260	13,5	178,7	14,2	115,7
10	280	15	180,0	16,3	119,4
rest 3'					
rest (120)		16:15	119	6,1	37,9

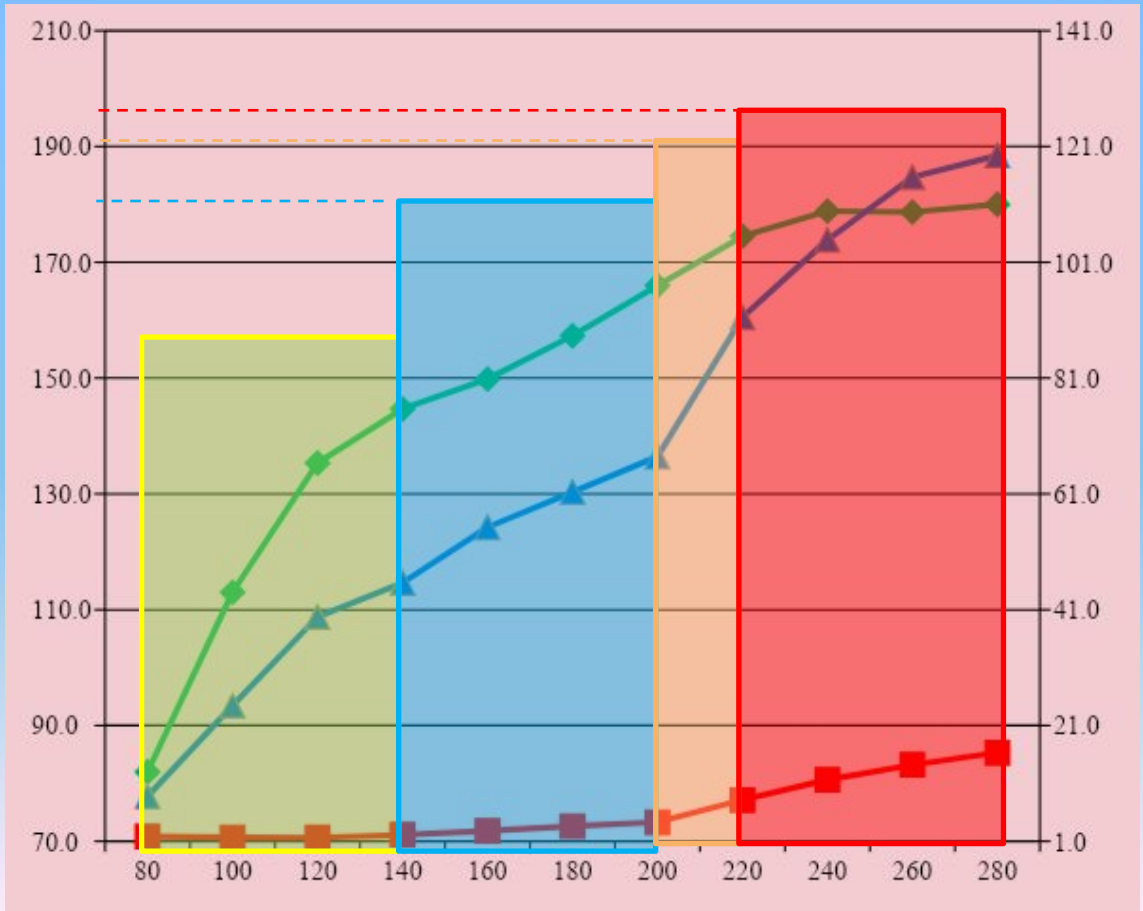


Аеробно-анаеробний перехід: сутність, визначення і значущість для оцінки рівня фізичного навантаження

Визначення індивідуальних меж зон інтенсивності фізичного навантаження, на основі дослідження «порогів навантаження» дозволяє більш ретельно визначати рівні навантаження, асоційовані з певними метаболічними і фізіологічними змінами

Зони	W, Wt	HR, bt/min	La, mmol/l	VE, l/min
I	140	144,7	2,1	45,6
II	200	166,0	4,3	67,4
III	220	174,5	8,1	91,5
VI	240	178,8	11,6	104,9

I зона – «відновлювальна»;
II зона – розвиток аеробних можливостей, зростання можливостей повільних РО;
III зона – розвиток здатності «проміжних» РО, витривалості.
IV – розвиток анаеробних можливостей, швидкісно-силової здатності «білих» РО.

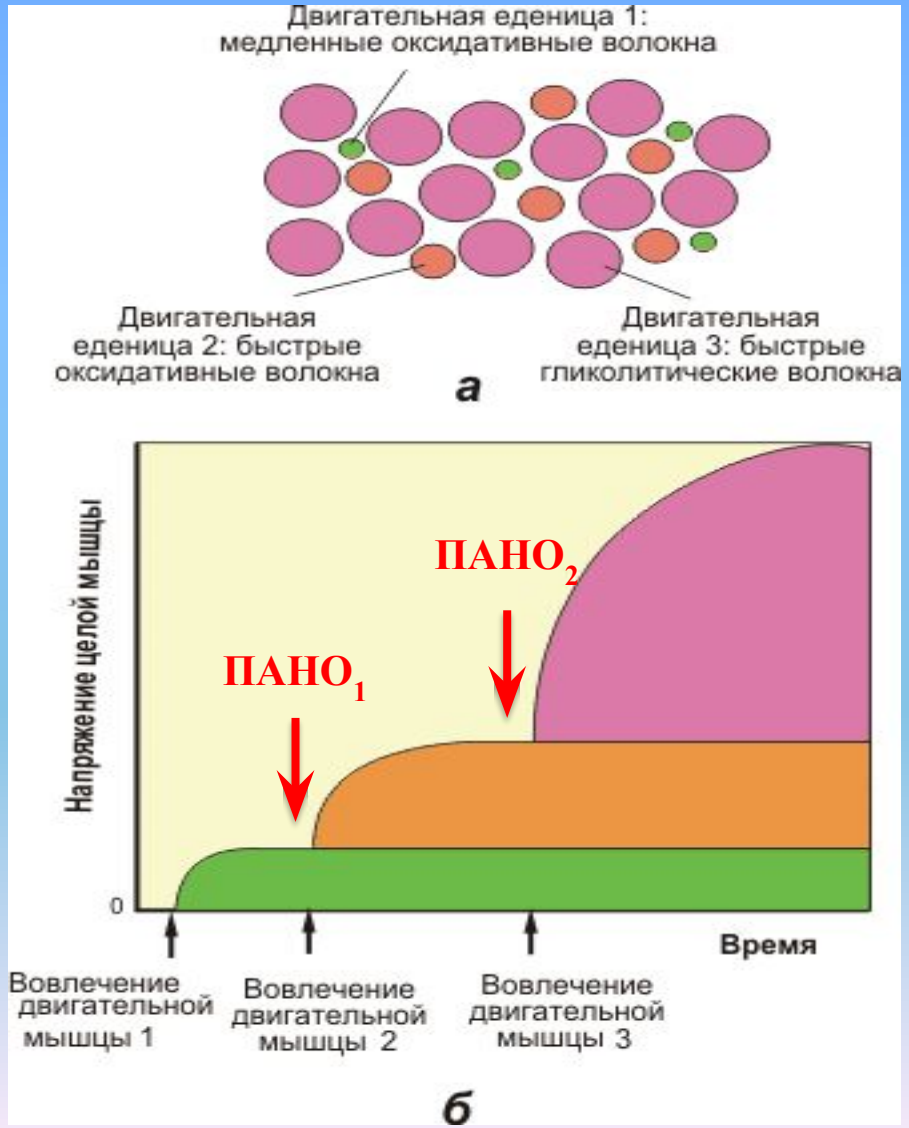


Аеробно-анаеробний перехід: сутність, визначення і значущість для оцінки рівня фізичного навантаження

$ПАНО_1$ – «аеробний поріг», вказує на потужність, яка забезпечується роботою всіх рухових одиниць типу S (волокнами типу I).

Ознаки $ПАНО_1$:

- рівень лактату крові – 2 ммоль·$л^{-1}$ крові (або лактат крові починає повільно підвищуватись);
- починається лінійне зростання ЧСС;
- починається лінійне зростання ВЛ.

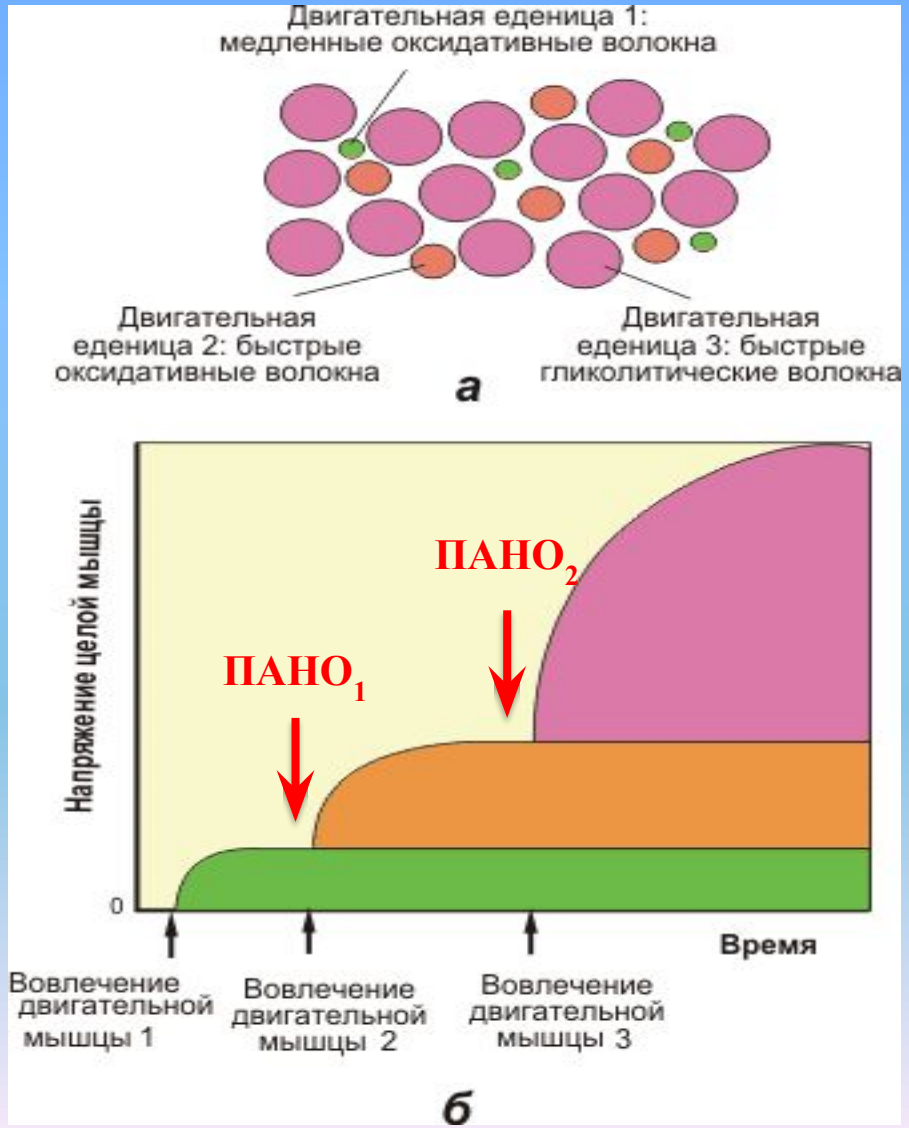


Аеробно-анаеробний перехід: сутність, визначення і значущість для оцінки рівня фізичного навантаження

$ПАНО_2$ – «анаеробний поріг», вказує на потужність, яка забезпечується роботою всіх рухових одиниць типу S та FR (волокнами типу I і IIa)

Ознаки $ПАНО_2$:

- рівень лактату крові – 4 ммоль·$л^{-1}$ крові (або лактат крові починає експоненціальне зростання що може спостерігатись при концентрації лактату крові 2-8 ммоль·$л^{-1}$);
- починає формуватися «плато» ЧСС;
- починається різке, експоненціальне зростання ВЛ.



Аеробно-анаеробний перехід: сутність, визначення і значущість для оцінки рівня фізичного навантаження

Вивчення індивідуальної адаптації людини до фізичних навантажень (тобто, ефективності дії програми підготовки), на основі дослідження динаміки «порогів навантаження».

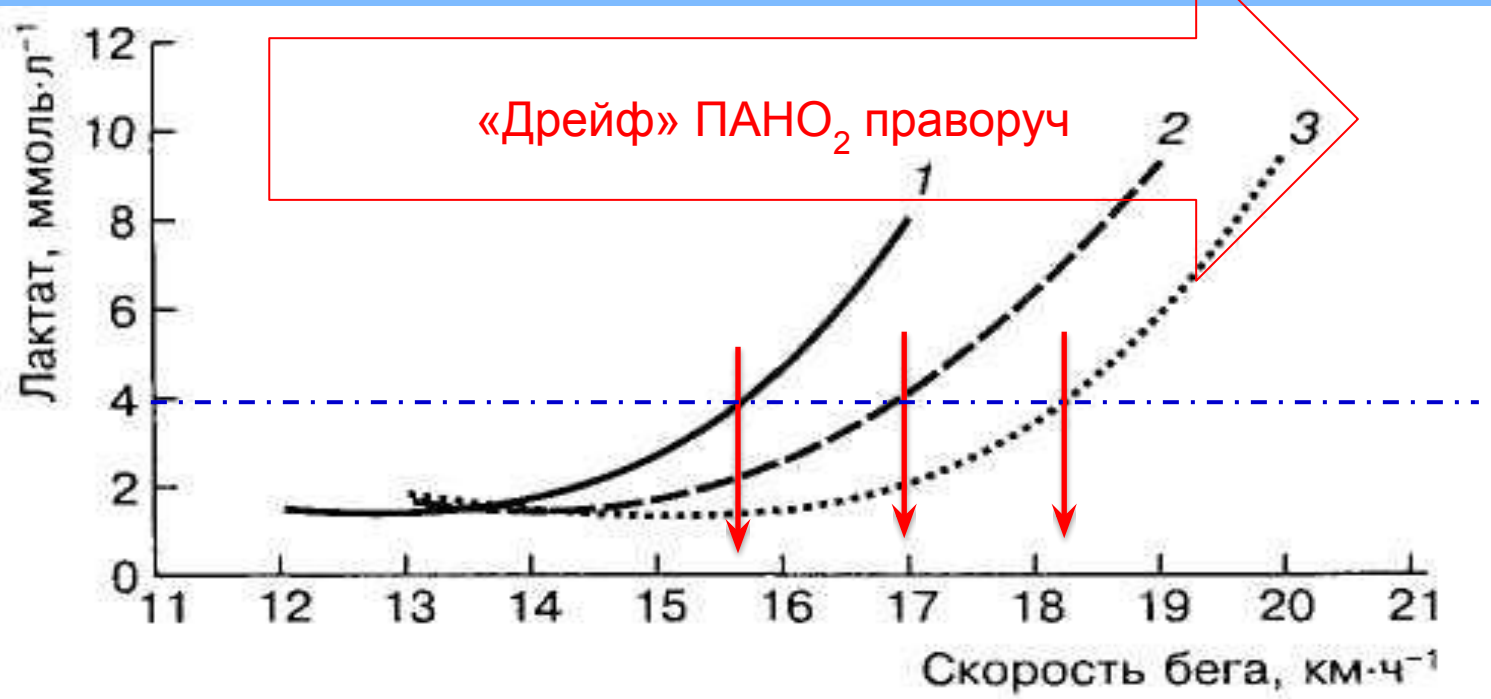
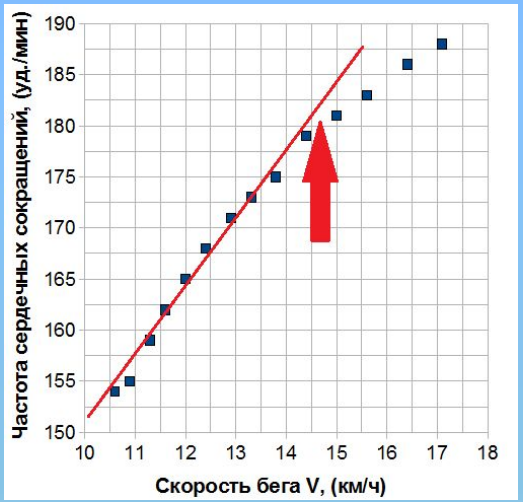
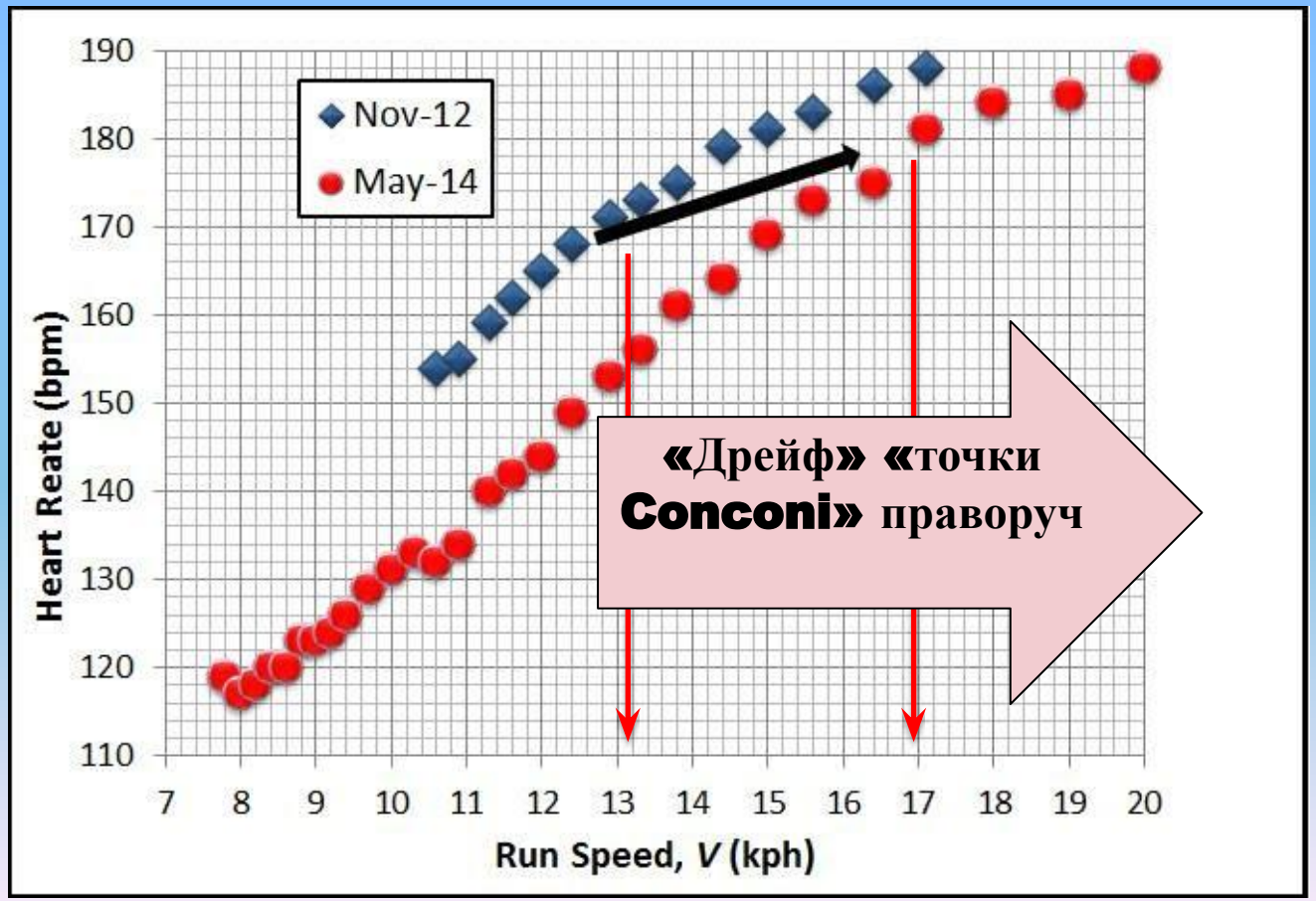


Рис. 32.28. Изменение скорости бега и концентрации лактата в крови у квалифицированного бегуна при поэтапных ежегодных обследованиях (*1—3*) (Bourdon, 2000)

Аеробно-анаеробний перехід: сутність, визначення і значущість для оцінки рівня фізичного навантаження

Вивчення індивідуальної адаптації людини до фізичних навантажень (тобто, ефективності дії програми підготовки), на основі дослідження динаміки «порогів навантаження».