

СПЕЦИФИЧНА ПРОФЕСИОНАЛНА ПОДГОТОВКА  
В СПОРТНИТЕ УЧИЛИЩА ЗА ОБУЧЕНИЕ  
ПО  
ФИЗИОЛОГИЯ НА ФИЗИЧЕСКИТЕ УПРАЖНЕНИЯ  
ЗА XII КЛАС

УЧЕБНИК

24 теми, разпределени в 7 раздела

Авторски колектив:

доц. д-р Велизар Михайлов, доктор

доц. д-р Лъчезар Стефанов, доктор

## СЪДЪРЖАНИЕ

|                                                                                                               |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>РАЗДЕЛ I.</b>                                                                                              | 3  |
| Тема 1. Основни физиологични понятия                                                                          | 3  |
| Тема 2. Нервна система                                                                                        | 8  |
| Тема 3. Напречноабраздена мускулна тъкан                                                                      | 13 |
| Тема 4. Сърдечносъдова система                                                                                | 18 |
| <b>РАЗДЕЛ II. Дихателна система</b>                                                                           | 22 |
| Тема 5. Устройство на дихателната система – бели дробове и дихателни пътища                                   | 22 |
| Тема 6. Външно (белодробно) дишане – определение, механика на дихателните движения                            | 24 |
| Тема 7. Газообмен, транспорт на газовете, тъканно дишане                                                      | 25 |
| <b>РАЗДЕЛ III. Обмяна на веществата и енергията</b>                                                           | 26 |
| Тема 8. Метаболизъм – определение. Въглехидрати, мазнини, белтъци – основни източници на енергия              | 26 |
| Тема 9. Водно-солева обмяна – дехидратация в спорта                                                           | 27 |
| Тема 10. Енергиен баланс в организма                                                                          | 28 |
| <b>РАЗДЕЛ IV. Терморегулация в човешкия организъм</b>                                                         | 29 |
| Тема 11. Температура на човешкото тяло. Топлинен баланс на организма – топлопродукция и топлоотдаване         | 29 |
| Тема 12. Физични механизми за топлоотдаване                                                                   | 30 |
| Тема 13. Терморегулация при физическо натоварване                                                             | 31 |
| <b>РАЗДЕЛ V. Физиологични основи на спортната тренировка</b>                                                  | 32 |
| Тема 14. Определение и физиологична същност на спортната тренировка                                           | 32 |
| Тема 15. Енергоосигуряване на мускулите при физически упражнения                                              | 33 |
| Тема 16. Кислородна консумация при физически упражнения с различна интензивност и продължителност             | 35 |
| <b>РАЗДЕЛ VI. Трайни промени във физиологичните функции в резултат на редовни физически упражнения</b>        | 37 |
| Тема 17. Трайни промени в кръвта, дихателната система и опорно-двигателния апарат                             | 37 |
| Тема 18. Трайни промени в сърдечносъдова система                                                              | 38 |
| <b>РАЗДЕЛ VII. Временни промени във физиологичните функции при физически упражнения</b>                       | 39 |
| Тема 19. Временни промени в кръвта                                                                            | 39 |
| Тема 20. Временни промени в кръвообращението при аеробни упражнения с нарастваща до максималната интензивност | 40 |
| Тема 21. Временни промени в кръвообращението при субмаксимални натоварвания                                   | 42 |
| Тема 22. Временни промени в кръвообращението при съпротивителни упражнения                                    | 43 |
| Тема 23. Физиологични състояния в спорта                                                                      | 45 |
| Тема 24. Двигателни качества                                                                                  | 49 |
| <b>ТЕСТ № 1</b>                                                                                               | 53 |
| <b>ТЕСТ № 2</b>                                                                                               | 56 |
| <b>ЛИТЕРАТУРА</b>                                                                                             | 59 |

## РАЗДЕЛ I.

### ТЕМА 1. ОСНОВНИ ФИЗИОЛОГИЧНИ ПОНЯТИЯ

#### Основни понятия:

- ✓ Предмет на физиологичната наука
- ✓ Физиология на човека
- ✓ Спортна физиология
- ✓ Нива на функционална организация в организма
- ✓ Физиология на електровъзбудими тъкани - мембранни потенциали на покой и на действие
- ✓ Хомеостаза – определение, биоконстанти, системи за регулация

#### СЪДЪРЖАНИЕ НА ТЕМАТА

##### 1. Предмет на физиологичната наука

Физиологията е биологична наука, която се занимава с изучаването на единството и взаимодействието на структурите, които изграждат всеки жив организъм – растителен или животински. Разглежда и протичането на процесите, които поддържат живота в него, а също интеграцията и адаптацията му към околната среда.

##### 2. Физиология на човешкото тяло (хуманна физиология)

Физиологията на човека изучава функциите на органите и системите в човешкия организъм. Този дял от физиологичната наука разглежда закономерностите на физиологичните явления, взаимовръзките и зависимостите между тях, както и причините, които обуславят възникването, протичането и завършването на процесите, които поддържат нашия живот.

##### 3. Спортна физиология

Спортната физиология е дял от хуманната, който изучава промените, настъпващи в организма при физическо натоварване. Тя разглежда механизмите, които предизвикват тези промени при спортове с различна интензивност и времетраене. Спортната физиология е основния опорен стълб на спортната наука и изучава взаимодействието и интеграцията на процесите в животоподдържащите системи в условията на двигателна активност.

##### 4. Нива на функционална организация в организма

Човешкото тяло е организирано във функционални нива с прогресираща сложност, като всяко следващо включва структури от предходните (Фиг. 1.1.). Някои от тях могат да се видят само с електронен микроскоп, а други – с просто око. По този начин организъмът може да се представи като една функционално активна система, която е изградена от отделни компоненти, подредени в строга, многостепенна и йерархична (по възходящ ред) последователност.

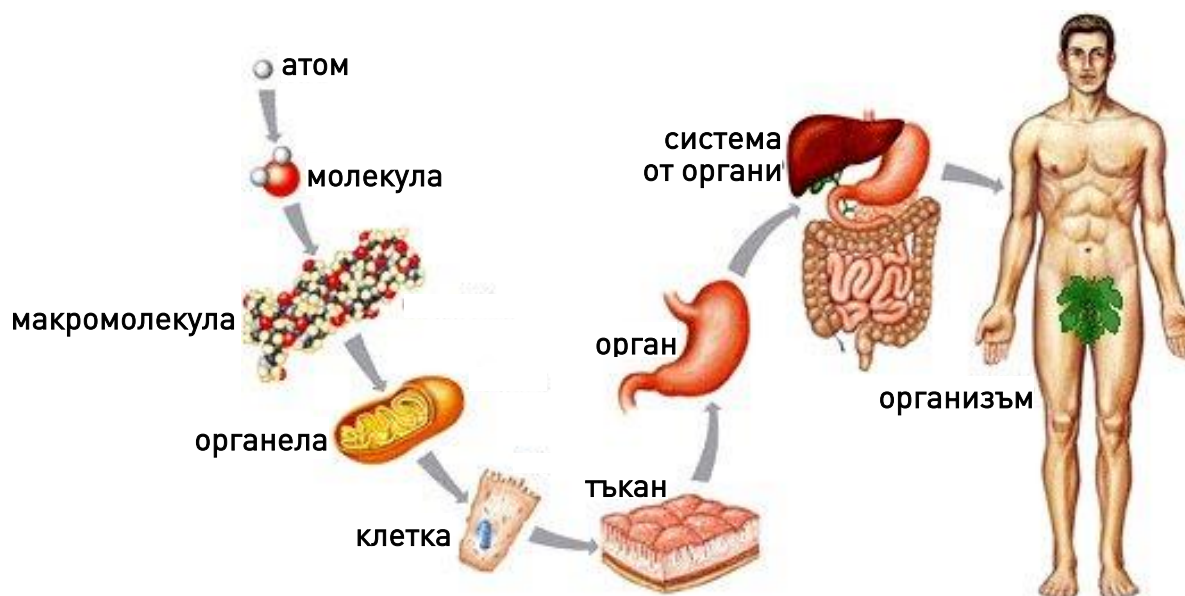
Наблюдават се **пет основни нива** на организация, към които могат да бъдат прибавени и множество междинни.

- *Субклетъчно (атомно-молекулярно) ниво*

Включва всички атоми, молекули и йони, необходими както за строежа на клетките. На тази база се разглеждат множество биохимични закономерности и реакции, свързани с дейността на органите и системите в тялото.

- *Клетъчно ниво*

Изучава най-малката жива структурна единица на човешкото тяло, способна на самостоятелно съществуване – клетката. Тя е функционалната единица на живота, която притежава неговите основни свойства, като обмяна на веществата, дразнимост, саморегулация, размножаване, смърт и др.



Фиг. 1.1. Нива на функционална организация в организма

- *Тъканно ниво*

Разглежда основните четири вида тъкани в организма, представляващи групи от клетки със сходна структура и функции.

- *Органно ниво*

Изучава органите в тялото - анатомични структури, изградени от тъкани със специфични задачи. Според своя строеж те биват плътни (бял дроб, мозък, панкреас) и кухи (стомах, черва, пикочен мехур). *Скелетните мускули* са органи на опорно-двигателния апарат, с контракцията на които се осъществяват движенията на тялото.

- *Системно ниво*

Последното, пето ниво на организация. Всяка физиологична система е съвкупност от анатомични органи и структури със съвместна, обща функционална насоченост и регулаторни механизми. Човешкото тяло е изградено от 11 системи.

*Човешкият организъм* е най-висшето ниво на функционална организация, което включва съвместната дейност на всички физиологични системи за поддържане на жизнените функции независимо от промените в околната или вътрешната среда.

## 5. Физиология на електровъзбудими тъкани - мембранны потенциал на покой и на действие

- *Дразнимост*

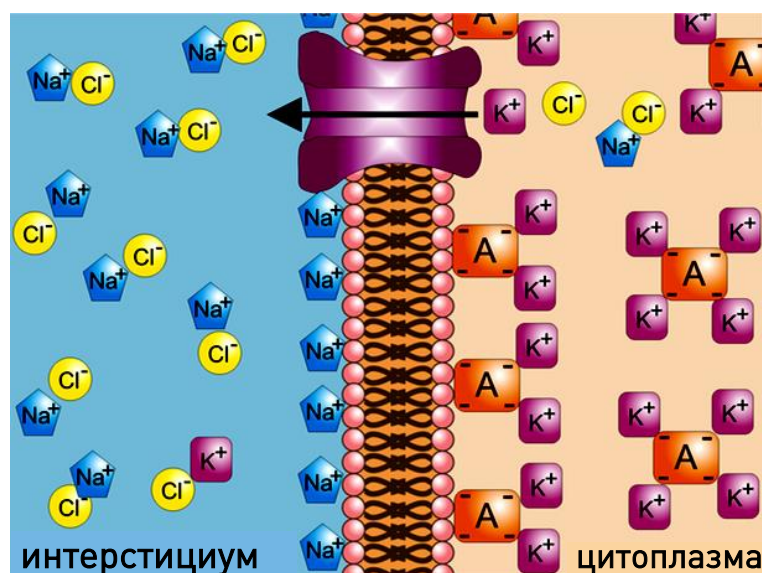
Свойството на всички живи клетки и тъкани да възприемат и реагират на различни дразнители (стимули, агенти) от околната или вътрешна среда. Те могат да бъдат механични, термични, светлинни, звукови и др. Свойството дразнимост е базисно за приспособителните (адаптивните) реакции на организмите към изменящите се условия на средата. То е по-добре развито при висшите животни и човека поради наличието на някои специфично устроени тъкани, които реагират адекватно при упражняване на определен стимул.

- *Възбудимост*

Вид дразнимост, специфичен за клетки с електровъзбудими мембрани. Те притежават електрохимичен заряд, наречен мембранен *потенциал на покой* (Фиг. 1.2.), който се дължи на неравномерното разпределение на някои йони от двете страни на клетъчната им обвивка.

Когато върху клетки с електровъзбудими мембрани въздействат различни stimuli, в тях настъпват промени от електрохимичен, структурен и функционален характер. Те водят до скоростно обръщане на мембрания потенциал на покой в локален отговор или *потенциал на действие* – процес, известен като *възбуждане*.

За разлика от свойството дразнимост, което се среща при всички живи клетки, възбудимостта е присъща само на високо диференцирани и специализирани тъкани, които в живия организъм са *нервната и мускулната* тъкан. Процесът на възбуждане при тях е свързан с повишаване на биоелектричната активност на клетките в кората на главния мозък и с мускулните контракции.



Фиг. 1.2. Разпределение на йоните при потенциал на покой

## 6. Хомеостаза – определение, биоконстанти, системи за регулация

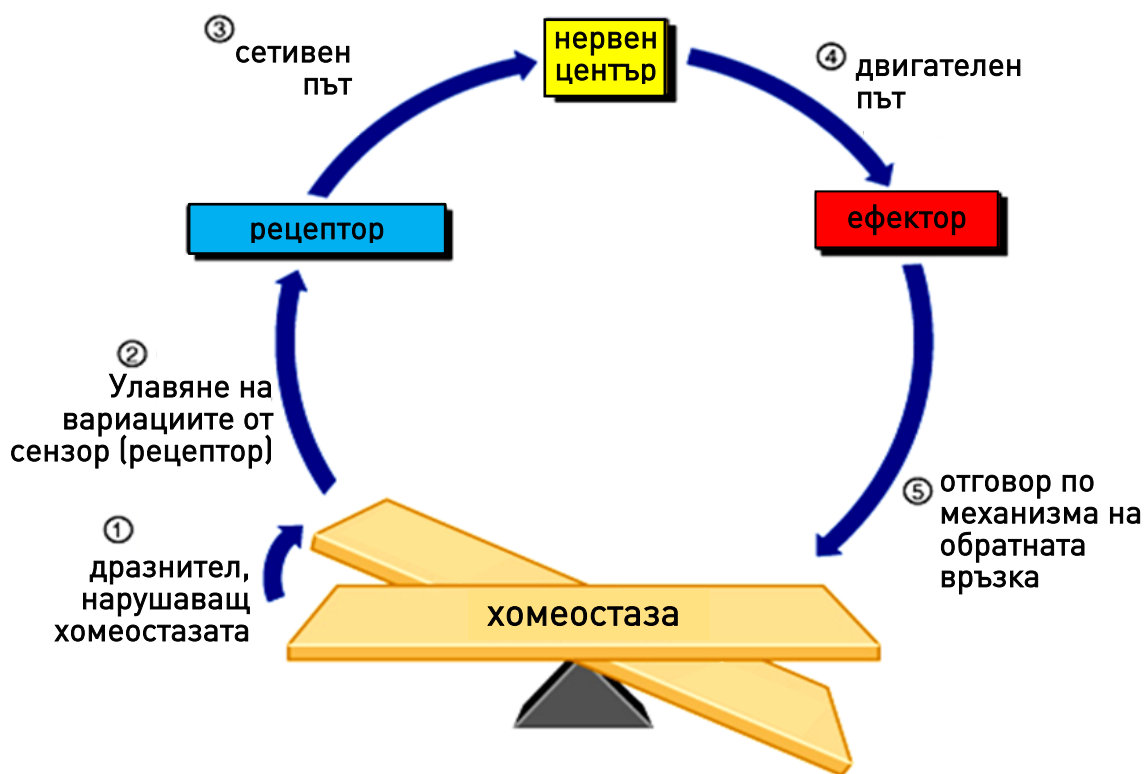
- *Показатели (параметри, биоконстанти) на организма*

Човешкият организъм, както всяка жива биологична система, притежава взаимосвързани и допълващи се регулаторни механизми, които непрекъснато откриват промените в дейността на органите и системите и внасят многобройни корекции, за да стабилизират дейността им. Така се регулира относителното постоянство на някои основни показатели (параметри, биоконстанти), характеризиращи т.нар. *вътрешна среда* на организма, като телесна температура, хормонални нива, количеството и съставът на кръвта, показатели на дишането, кръвообращението и др.

- *Хомеостаза*

Хомеостазата (Фиг. 1.3.) е свойството на една отворена система, какъвто е живият организъм, да поддържа постоянството в параметрите на вътрешната среда, чрез многобройни корекции на динамичното равновесие, управлявани от взаимосвързани регулаторни механизми, независимо от вариациите в промените на околната среда.

В по-тесен смисъл хомеостазата представлява запазването на динамичното постоянство на вътреклетъчното пространство и извънклетъчните течности, между които съществува непрекъснат двупосочен поток на разнообразни химични субстанции. Метаболизмът и енергопродукцията, кръвната и лимфната циркулация, белодробният и тъканният газообмен са само част от физиологичните функции, които подлежат на регулаторни въздействия.



Фиг. 1.3. Хомеостаза

- Системи за регулация на хомеостазата

- ✓ Ендокринна система

Участва в регулацията на хомеостазата чрез жлезите с вътрешна секреция. Те отделят хормони – биологично активни вещества, които се пренасят с кръвотока и коригират нормалните граници на измененията, които са настъпили с биоконстантите, като по този начин регулират разнообразни физиологични процеси в организма.

- ✓ Кръвообращение

Циркулиращата кръв транспортира хранителни вещества, отпадни продукти и газове към и от всички клетки на тялото. Постоянството в acidитета (киселинността) на кръвната плазма се поддържа от химични съединения, формиращи т.нар. буферни системи.

- ✓ Лимфообращение

Лимфните съдове събират излишъка от тъканна течност и я връщат обратно в кръвотока посредством венозната система. Така се дренират междуклетъчните пространства и се регулира циркулацията.

- *Основни механизми за регулация на хомеостазата*

- ✓ **Отрицателна обратна връзка**

При нея се обръща посоката в измененията на физиологичните параметри с цел да се коригират и приведат към нормалните си референтните стойности. Напр. повишаването на кръвната захар, след консумация на въглехидрати, стимулира отделянето на инсулин от панкреаса, а той снижава плазмените ѝ нива към нормата.

- ✓ **Положителна обратна връзка**

Промяната в стойността на регулируемата величина не води до възстановяване на нормалната ѝ стойност, а още повече засилва отклонението. Понякога това води до позитивен и регулиращ ефект. Напр. при раждане се стимулира секрецията на окситоцин – хормон, който още повече засилва маточните контракции.

Положителната обратна връзка в някои случаи може да доведе до т.нар. порочен кръг. Напр. при стресови реакции, характерни и в спортната практика, се увеличава секрецията на адреналин. Увеличените плазмени нива на този хормон водят до засилване на проявите на стрес, дисбаланс в регулацията и лоши резултати.

В човешкото тяло непрекъснато протичат физиологични процеси, които осигуряват оптимални условия за поддържане на жизнените му функции. Регулацията им се изразява във въздействие върху текущите процеси, обезпечаващо определена точност на тяхното протичане, въпреки влиянието на странични, смущаващи влияния от други фактори.

## ВЪПРОСИ ЗА САМОПОДГОТОВКА

1. Какво изучава физиологията и нейните дялове – хуманна и спортна?
2. Кои са нивата на функционална организация на човешкия организъм?
3. Кои тъкани притежават свойството възбудимост и в какво се изразява то?
4. Що е хомеостазата?

## ТЕМА 2. НЕРВНА СИСТЕМА

### СЪДЪРЖАНИЕ НА ТЕМАТА

#### Основни понятия:

- ✓ Физиологични функции на нервната система – сетивни, двигателни, вегетативни, висши интегративни
- ✓ Структурна организация на нервната система – централна и периферна нервна система
- ✓ Рефлексна дейност в централната нервна система – определение за рефлекс, видове рефлекс

#### 1. Основни задачи на нервната система

Основните задачи на нервната система са приемане, предаване, съхраняване и преработка на информацията, идваща от външната или вътрешната среда, с цел регулация и управление жизнените функции на организма и поддържане на телесната хомеостаза.

Нервната система има способността да организира постъпващия в организма сетивен информационен поток за неза-

бавно използване или да „складира“ данни от него в *паметта* за бъдеща употреба. Тя ръководи, координира и интегрира функциите на всички останали органи и системи, като улавя промените на околната и вътрешната ни среда и инициира подходяща реакция, насочена към тези промени.

Нервната система *регулира физиологичните процеси* на организма и заедно с ендокринната поддържа баланса на жизнените биопараметри.

#### 2. Физиологични функции на нервната система

##### • Сетивни (сензорни) функции

Изразяват се във възприемане, предаване и анализ на дразнения (стимули), идващи от външната или вътрешната среда, посредством специализирани структури, наречени рецептори. Провеждането и обработката на тази информация в главния мозък лежат в основата на познавателната (когнитивна) дейност на човека и благодарение на тях ние опознаваме света в цялото му многообразие.

##### • Моторни (двигателни) функции

Посредством тях се осъществява двигателната активност в човешкото тяло. Нервната система участва в регулацията на волевите и рефлекторните съкращения на скелетните мускули. Координираните движения на крайниците, чрез които се извършва и цялостното придвижване на тялото в различните посоки на пространството, са резултат от интегрираното взаимодействие на различни моторни центрове.

##### • Вегетативни функции

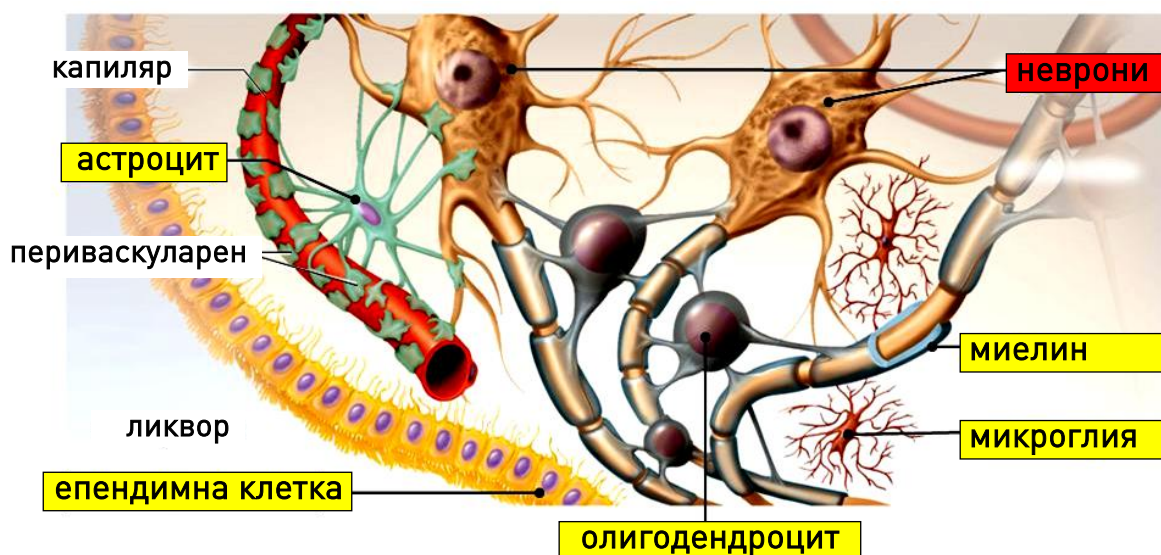
Насочени към регулацията на дейността на вътрешните органи, при което параметрите, които те обуславят, се променят. Тези регулаторни въздействия имат относителна самостоятелност и независимост от мозъчните центрове, с които съзнателно (волево) се контролират съкращенията на скелетната мускулатура.

Чрез вегетативните функции се коригира дейността на сърдечносъдовата, дишателната, храносмилателната, отделителната и другите системи в организма. Контролира се тонусът на кръвоносните съдове, секрецията на потните, мастните и слюнчените жлези и пр.

- Висши (интегративни) функции

Към тях се отнасят човешкото съзнание, емоциите, възприятията, вниманието, речта, мисленето, познанията, паметта и обучението. Те влияят и върху волевия контрол на двигателна активност на напречноабраздената мускулатура.

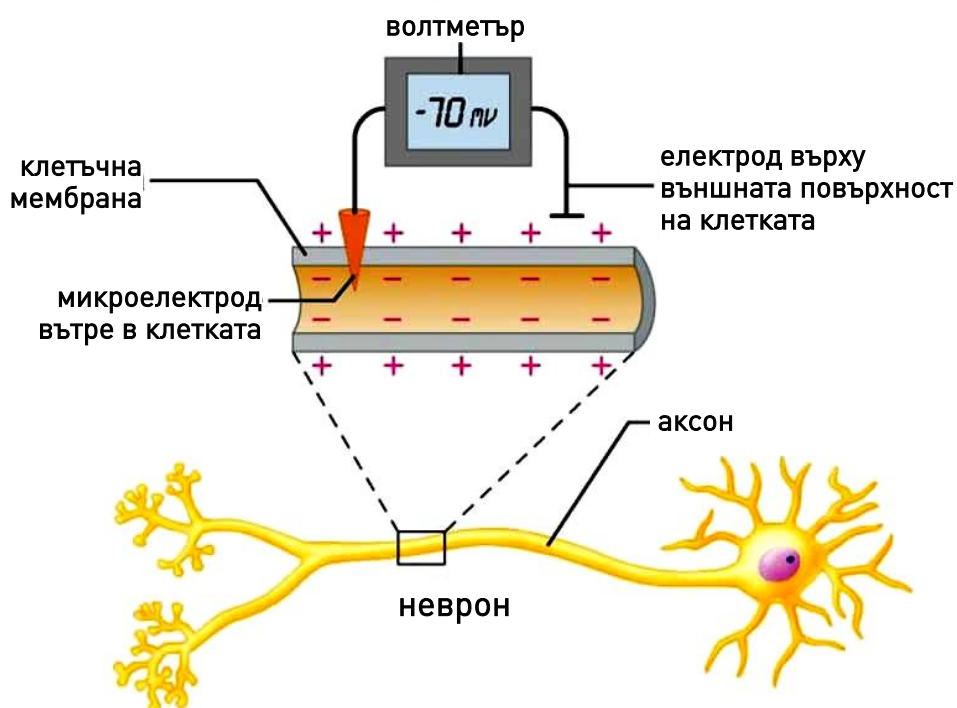
### 3. Структурна организация на нервната система



Фиг. 2.1. Клетъчна структура на нервната тъкан

Нервната тъкан е изградена от два клона клетки. Първият включва *невроните* – същинските нервни клетки. Те се намират в централната нервна система (ЦНС) и в момента на раждането вече са високо диференцирани и тясно специализирани, като същевременно са загубили способността си да се делят.

Вторият клон е представен от различни, помощни клетки, наречени глиялни (невроглия). Те изпълняват предимно механични и метаболитни функции.



Фиг. 2.2. Измерване на мембранен потенциал в покой

Нервната клетка е *електровъзбудима*, а мембранный ѝ потенциал в покой (Фиг. 2.4.) е около  $-70\text{ mV}$  (1 милivolт е една хилядна част от волта). Генерирането на потенциали на действие и тяхното разпространение е свързано със свойството *проводимост*. Акционните потенциали могат да достигнат до друг неврон, мускулна или жлезиста клетка, наричат се *нервни импулси* и лежат в основата на нервната регулация в организма.

Нервната система при гръбначните, към които спада и човекът, е организирана по анатомо-топографски и по функционални признаци. По анатомо-топографски признаци нервната система се дели на централна и периферна (Фиг. 2.3.).

- *Централна нервна система (ЦНС)*

Към ЦНС се числят *главният и гръбначният мозък*, както и много техни субструктури.

- *Периферна нервна система*

Периферната нервна система е изградена от *гръбначномозъчните и черепно-мозъчните нерви* или, иначе казано, тя включва всички останали структури без главния и гръбначния мозък. Към нея се причислява и периферната част на вегетативната (автономната) нервна система.



Фиг. 2.3. Централна и периферна нервна система

#### 4. Рефлексна дейност в ЦНС

Рефлексната дейност в ЦНС е най-простото ниво на регулация на физиологичните функции в организма. Съкращаването и отпускането на скелетните мускули, двигателната активност на гладката мускулатура в някои органи, секретирането и преустановяването на секрецията на жлезите, свиването и разширяването на кръвоносните съдове и др. се извършват на рефлексно ниво. Посредством рефлексната дейност организмът реагира на промените в околната и вътрешната среда, като осъществява своята адаптация и запазването на хомеостазата.

- *Рефлекс*

Рефлексът е неволева, стереотипна двигателна или секреторна реакция на организма на външно или вътрешно дразнене, предадена по нервен път. Болкови стимул

върху кожен участък предизвиква рефлексно отдръпване на крайника, силен светлинен дразнител предизвиква свиване на очната зеница, поемане на кисела храна в устната кухина е причината за усиляване на слюноотделянето и пр.

Рефлексите са еволюционно древна форма на реакция на всички организми, притежаващи нервни структури. Онези от тях, които имат важно приспособително значение за биологичния вид, са фиксирани генетично и се предават по наследство.

- *Рефлексна дъга*

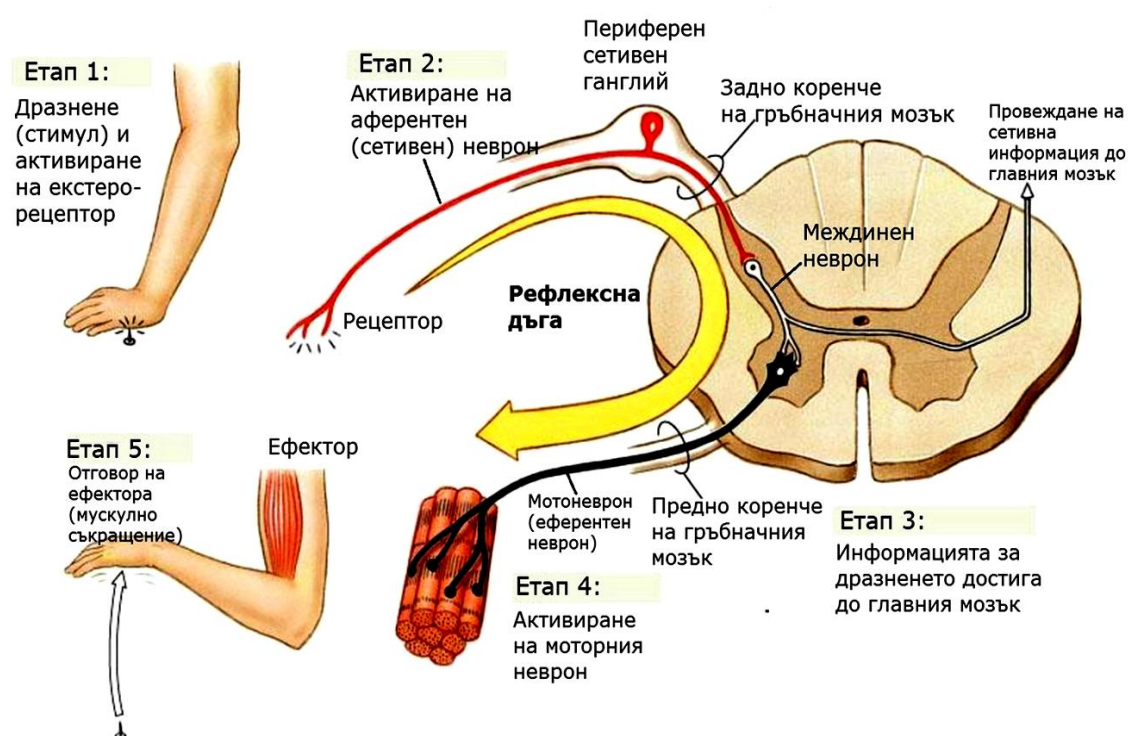
Рефлексната дъга (Фиг. 2.4.) включва всички структури, които участват в осъществяването на даден рефлекс. Рефлексните дъги имат обща принципна структура и са изградени от пет основни компонента. При увреждането на който и да е от тях осъществяването на съответния рефлексен отговор се блокира.

- ✓ **Рецептор**

Структура, която улавя дразненията и ги трансформира в нервни импулси.

- ✓ **Аферентен (центростремителен) нерв**

Провежда сетивните импулси от рецептора към нервния център.



Фиг. 2.4. Елементи на рефлексна дъга

- ✓ **Нервен център**

Участък от ЦНС, където информацията се обработва за локален рефлексен отговор, като част от импулсите се отправят към някои висши корови зони.

- ✓ **Еферентен нерв**

Провежда двигателните импулси от нервния център към ефектора.

- ✓ **Ефектор (изпълнителен орган)**

С него се осъществява рефлексната реакция. Изпълнителният орган може да бъде напречнонабразден или гладък мускул, а също и жлеза с външна или вътрешна секреция.

- *Видове рефлекс*

- ✓ Безусловни рефлекс

Безусловните рефлекс са вродени, постоянни, проявяват се още след раждането и се предават по наследство. Те са адаптивно важни за вида, проявяват се винаги, когато се приложи съответен дразнител и ни съпътстват през целия живот. Биват хранителни (сукателен рефлекс при новороденото), защитни (кихане, кашляне), полови, отбранителни, ориентировъчни и др.

- ✓ Условни рефлекс

Те не се унаследяват, липсват при раждането, придобиват се в хода на индивидуалното развитие и са специфични за всеки отделен индивид. Имат временен, приспособителен характер, изграждат се под влияние на изменящите се условия на околната среда и изчезват, ако станат биологично нецелесъобразни.

### ВЪПРОСИ ЗА САМОПОДГОТОВКА

1. Кои са задачите и функциите на нервната система?
2. Кои структури включват централната и периферната нервна система?
3. Какво е рефлекс, видове рефлекс и елементи на рефлексна дъга?

## ТЕМА 3. НАПРЕЧНОАБРАЗДЕНА МУСКУЛНА ТЪКАН

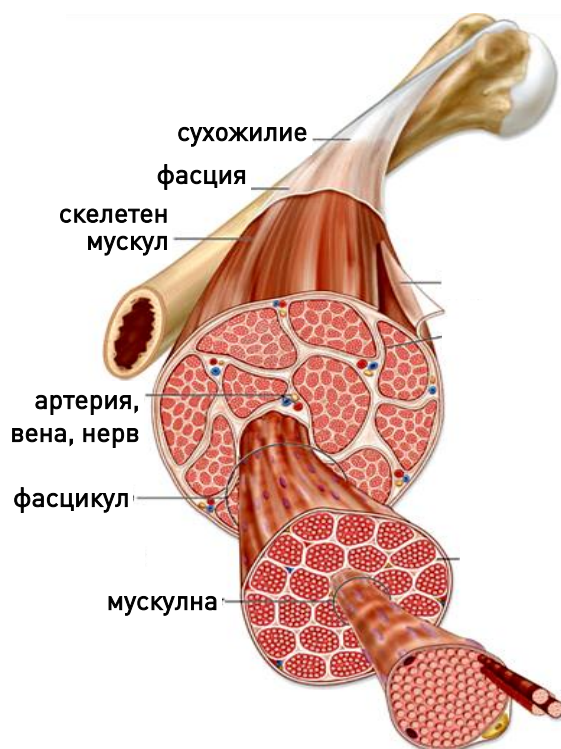
### Основни понятия:

- ✓ Морфология (структура) на напречноабраздената мускулна тъкан
- ✓ Миофибра, саркомер, нервнo-мускулен синапс
- ✓ Механизъм на мускулното съкращение – фази на покой, стимулация, работен ход, релаксация
- ✓ Типове мускулни влакна – бели и червени
- ✓ Видове мускулни съкращения – изотонично и изометрично

### СЪДЪРЖАНИЕ НА ТЕМАТА

#### 1. Морфология (структура) на напречноабраздената мускулна тъкан

Мускулната тъкан е една от четирите биологични тъкани, в тялото на животните и човека. Клетките ѝ притежават важна функционална особеност – способността да се съкращават. Според разликите в структурата и функциите, които изпълнява, мускулната тъкан бива *гладка* – среща се в стените на някои кухи вътрешни органи, кръвоносни и лимфни съдове, *сърдечна* (миокард) и *напречноабраздена*.



Фиг.3.1. Структура на скелетен мускул

Напречноабраздената мускулна тъкан формира активната част на опорно-двигателния апарат, поради което се нарича още *скелетна* (Фиг.3.1.). За разлика от първите два вида тя е *волева* – съкращенията ѝ могат да се контролират съзнателно, с команди от моторните зони в кората на главния мозък. Скелетните мускули в човешкото тяло заемат средно около 42% при мъжете и 36% при жените от общото телесно тегло.

Напречноабраздените мускули се инервират от централната и периферната част на нервната система, която включва главния и гръбначния мозък, а също черепно-мозъчните и гръбначномозъчните нерви.

Мускулната тъкан притежава няколко физиологични свойства:

- *Възбудимост*

Свойство, характерно за всички тъкани с електровъзбудими мембрани, чиито клетки под влияние на определени стимули (напр. нервни импулси) могат селективно да променят йонната пропускливост на своите обвивки и електричният им потенциал в покой да премине в акционен.

- *Проводимост*

Способността на мускулната клетка да провежда потенциалите на действие по своята дължина. В по-широк смисъл това свойство отразява и предаването на възбудния импулс от клетка на клетка.

- *Съкратимост*

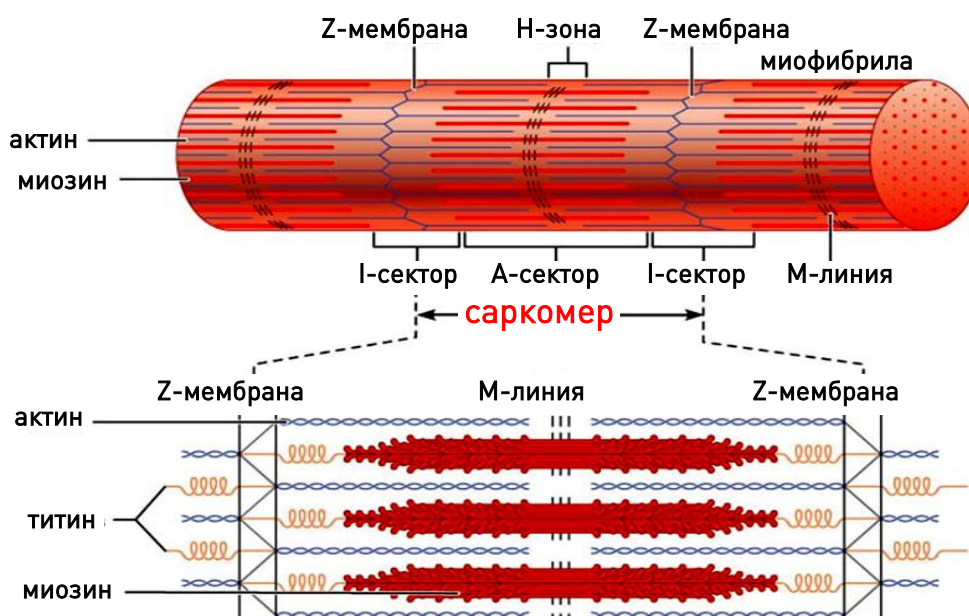
Специфично свойство на мускулната клетка да намалява дължината си с участието на особени, вътреклетъчни структури и сложна поредица от биохимични процеси, при които химичната енергия от разграждането на хранителните вещества се трансформира в механична.

- *Еластичност*

Свойството на мускулната тъкан да възстановява своята първоначална форма след съкращаване, разтягане или други външни, деформиращи я въздействия.

## 2. Миофибра (мускулна клетка, мускулно влакно)

Напречнонабраздената мускулна тъкан е изградена от мускулни клетки - миофибри (мускулни влакна). Те имат цилиндрична форма, дължина от няколко милиметра до 10 – 12 см и стотици на брой ядра. *Морфологията* (структурата) на миофибрата включва нишковидни структури, наречени *миофибрили*, изградени от снопчета белтъчни нишки - *миофиламенти* – основните от които са съкратителните белтъци актин и миозин. Те представляват специализирани клетъчни органели, срещани почти единствено в мускулните клетки, чрез които се осъществява мускулното съкращение.



Фиг. 3.2. Саркомер

### 3. Саркомер

Поради частичното припокриване на миофиламентите под електронен микроскоп се наблюдават светли и тъмни зони, които придават характерната напречна набразденост. Така, по дължината на миофибрилата се очертават сегменти, с еднакъв строеж и функции, наречени *саркомери* (Фиг. 3.2.) Те са най-малките (елементарни) съкратителни единици на мускулната клетка.

### 4. Нервно-мускулен синапс

Контактната структура между крайното окончание на двигателно нервно влакно и мускулна клетка се нарича нервно-мускулен синапс. Чрез него възбудни потенциали достигат до миофибрата и инициират нейното съкращение.

### 5. Механизъм на мускулното съкращение

Началните проучвания относно механизма на мускулното съкращение датират още от 1954 г. и са свързани с т.нар. „Модел на приплъзващите се филаменти“. Според него мускулната контракция може да се разглежда на ниво саркомер и се изразява в приплъзването на дебелите миозинови нишки спрямо тънките актинови, при което Z-мембраните (Фиг. 3.2.) се приближават една към друга. Процесът е свързан с консумация на енергия.

Механизмът на мускулното съкращение преминава през няколко фази:

- *Фаза на покой*

При нея мускулната клетка е с мембранен потенциал на покой (около -80 до -90 mV), характерен за всички електровъзбудими тъкани.

- *Фаза на стимулация*

Генериране волеви двигателен импулс в моторната зона на кората на главния мозък, който достига до нервно-мускулния синапс.

- *Фаза на работния ход*

Приплъзване на актиновите между миозиновите нишки, скъсяване на саркомера и от там на цялата мускулна клетка.

- *Фаза на релаксация (отпускане)*

Възстановяване на първоначалната дължина на миофибрата, след контракцията.

### 6. Типове мускулни влакна – бели и червени

При човека и бозайниците съществуват няколко типа напречнонабраздени мускулни влакна, които се различават по своите морфологични, физиологични и биохимични особености. Тяхното процентно съотношение е генетично програмирано и се предава по наследство, а морфологичните им характеристики са важни за практикуването на един или друг вид спорт.

В човешкото тяло съществуват три основни типа скелетномускулни влакна:

- *Тип I – червени мускулни влакна*

Приблизително половината (50%) от напречнонабраздената мускулна тъкан е изградена от тип I – червени мускулни клетки. Те имат бавна скорост на контракция и отпускане, развиват ниска мощност при съкращение, но имат голяма работоспособност и трудно се уморяват. Цветът им се дължи на по-високото съдържание на

миоглобин, който осигурява запасите на мускула с кислород. Богатата капиларизация (кръвоснабдяване) и големият брой митохондрии на влакната от тип I говорят, че те не разчитат на собствени енергийни ресурси, а на непрекъснатото снабдяване с кислород и нутриенти.

Червените мускулни влакна са пригодени за продължителна мускулна работа в аеробни (с участие на кислород) условия.



Фиг. 3.3. Типове мускулни влакна

- Тип II b – бели мускулни влакна

Те са около 30% от напречнонабраздената мускулна тъкан и имат противоположни характеристики на червените. Предназначени са за усилия с висока интензивност, като развиват голяма бързина и мощност, но бързо се уморяват. Метаболизмът им е анаеробен и са предназначени за кратки по времетраене високоскоростни и силови спортове.

Съществува и междинен тип II a (около 20%) – също червени влакна, чиито особености ги определят като междинна разновидност, които притежават смесени особености на предните два типа. Счита се, че при подходящ спортно-тренировъчен режим те могат да придобият характеристиките на един от тях.

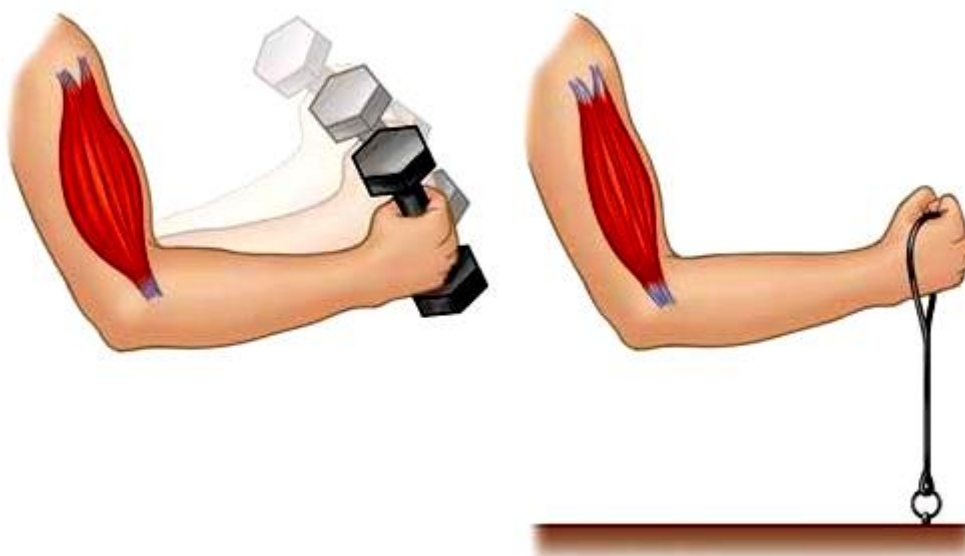
## 7. Видове мускулни съкращения

Контракцията на даден мускул е сумарен израз от едновременното съкращение на определен брой миофибри. За да се активира този процес, е необходимо подаване на двигателни импулси до мионевралните синапси. Така се отключва цялата верига от биохимични процеси на клетъчно ниво, на които се базира едно от най-важните физиологични свойства на мускулната тъкан – съкратимостта. Посредством съкращенията на скелетната мускулатура се осъществява цялата двигателна активност на крайниците и тялото.

- Изотонично мускулно съкращение

При него мускулът се скъсява, наблюдава се движение, а напрежението, което той генерира остава постоянно и по-високо от противодействието (тежестта, която повдига).

Бива концентрично (миометрично) - контракция със скъсяване срещу преодолима сила и ексцентричното - контракция с увеличаване на дължината срещу голямо външно съпротивление (скъсване или разтягане на мускулни влакна).



Фиг. 3.4. Изотонично и изометрично мускулно съкращение

- *Изометрично мускулно съкращение*

При него мускулът не променя дължината си, няма движение, но напрежението нараства по време на контракцията. Осъществява се противодействие срещу непреодолимо съпротивление, напр. срещу фиксирана тежест.

### ВЪПРОСИ ЗА САМОПОДГОТОВКА

1. Каква е структурата на миофибрата и саркомера?
2. Кои са фазите на мускулното съкращение?
3. Каква е разликата между бели и червени мускулни влакна?
4. Какво е изометрично и изотонично мускулно съкращение?

## ТЕМА 4. СЪРДЕЧНОСЪДОВА СИСТЕМА

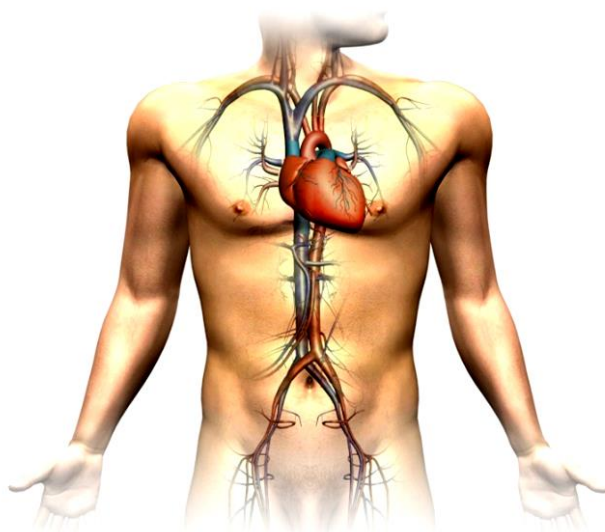
### СЪДЪРЖАНИЕ НА ТЕМАТА

#### Основни понятия:

- ✓ *Сърдечносъдова система*
- ✓ *Функционално устройство на човешко сърце*
- ✓ *Кръвообращение – кръгове на кръвообращението*
- ✓ *Артериален пулс*
- ✓ *Артериално кръвно налягане*

#### 1. Сърдечносъдова система

Сърдечно-съдовата система (Фиг. 4.1.) е широко разклонена, затворена мрежа от кръвоносни съдове по която кръвта се придвижва и изпълнява своите многобройни функции. Кръвообращението (циркулацията) се осигурява от сърцето, което чрез своите съкращения играе ролята на помпа, поддържаща движението на кръвотока.

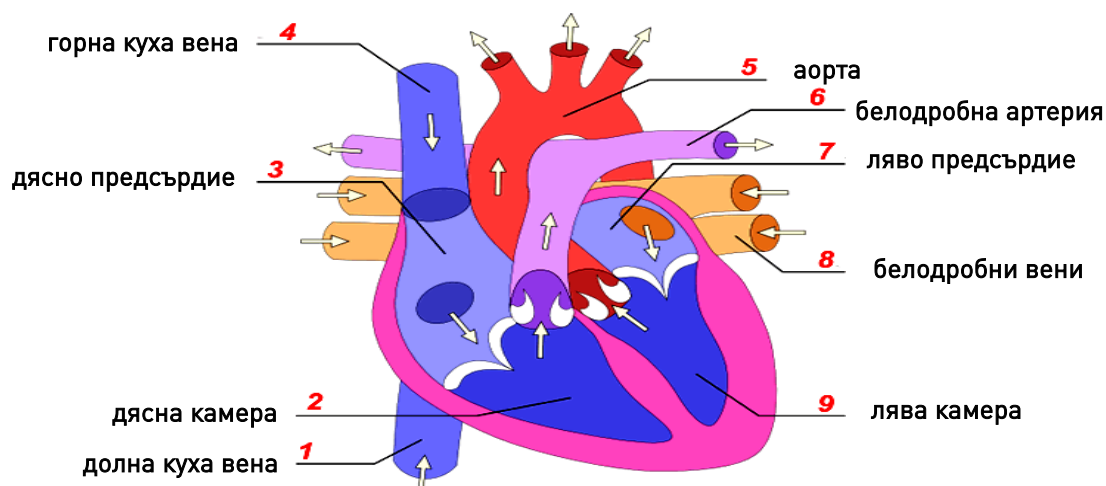


Фиг. 4.1. Човешка сърдечно-съдова система

#### 2. Функционално устройство на човешко сърце

Човешкото сърце е разположено в гръдния кош, като основата му лежи върху диафрагмата, върхът му е насочен наляво. Изградено е от няколко слоя, като помпената му функция се изпълнява от сърдечния мускул – миокарда.

Сърцето (Фиг. 4.2.) има две предсърдия и две камери, разделени с прегради, които не позволяват смесването на венозната с артериалната кръв.



Фиг. 4.2. Функционално устройство на човешко сърце

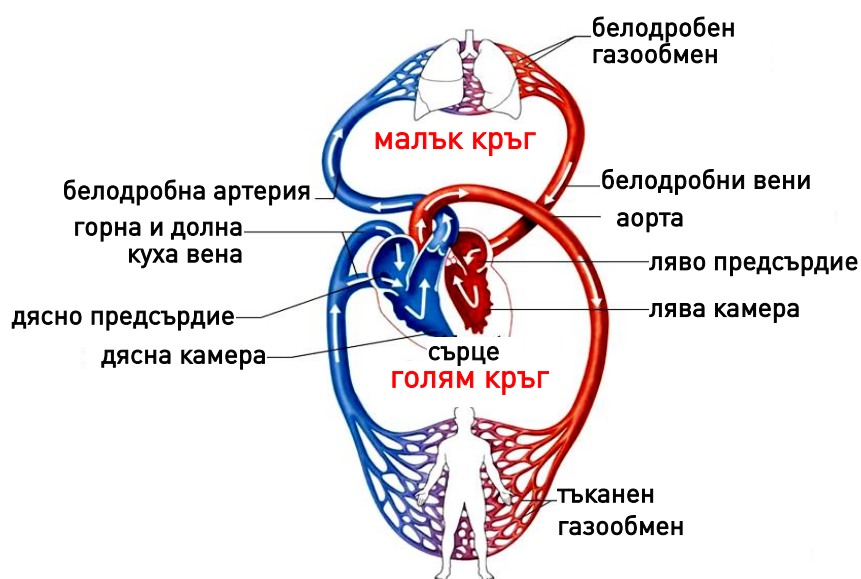
Между всяко предсърдие и камера има *предсърдно-камерна клапа*, през която кръвта се движи само едноточно (от предсърдието към камерата). В дясното предсърдие се вливат *горната и долната куха вена* – два магистрални венозни кръвоносни съда, а в лявото – *четирите белодробни вени*, които въпреки наименованието си носят артериална кръв. От дясната камера тръгва *белодробната артерия* – най-големият венозен съд в човешкото тяло, а лявата дава началото на *аортата* – най-големия артериален съд. И двата кръвоносни съда притежават клапи, които не позволяват връщане на кръв в камерите.

### 3. Кръвообращение – кръгове на кръвообращението

Кръвообращението (циркулацията) в човешкия организъм се извършва по два кръга (фиг. 4.3), като скоростта и налягането на кръвотока се поддържат от помпената функция на сърдечния мускул.

- *Малък (белодробен) кръг на кръвообращението*

Малкият кръг започва от *дясната камера*, която изтласква венозна кръв в *белодробната артерия*. Тя се дели на два клона, които достигат до *белите дробове*, където кръвта се оксидира и се превръща в артериална. Тази богата на кислород кръв се събира от гъста капилярна мрежа, обгръщаща белодробните алвеоли. След това тя преминава в съдове с все по-голям калибър, които накрая формират *четирите белодробни вени*. Те се вливат в *лявото предсърдие* и така малкият кръг на кръвообращението се затваря.



Фиг. 4.3. Кръгове на кръвообращението

- *Голям кръг на кръвообращението (системно кръвообращение)*

Големият кръг започва от *лявата камера*, която изтласква артериална кръв в *аортата*. Тя дава началото на съдовете, формиращи *артериалната система* на организма. Крайните ѝ разклонения – капилярите, достигат до всички клетки, на които доставят кислород и хранителни вещества. В обратна посока се транспортират въглеродният диоксид и някои отпадни продукти на обмяната, като кръвта се превръща във венозна. Тя се събира от съдовете на *венозната система*, която накрая завършва с *горната и долната куха вена*, вливащи се в *дясното предсърдие*.

- *Функции на кръвообращението*

Циркулиращата в двата кръга кръв изпълнява жизнено важни функции и остра кръвозагуба на 1/3-та от общото ѝ количество или по-бавна на половината, водят до смърт.

- ✓ *Транспортна функция*

Чрез кръвта до всички клетки на тялото се транспортират кислород, хранителни вещества, хормони, витамини, соли, минерали и др. От тъканите към белия дроб и отделителните органи се осъществява транспорта на въглероден диоксид и някои продукти на метаболизма (обмяната на веществата).

- ✓ *Защитна функция*

Белите кръвни клетки притежават способността да обезвреждат чужди тела, болестотворни микроорганизми, токсини и др. Чрез процесите на кръвосъсирване организмът се предпазва от кръвозагуба при нарушаване на целостта на кръвоносните съдове.

- ✓ *Хомеостатична функция*

Кръвта регулира хомеостазата на организма, като запазва алкално-киселинното равновесие и водно-солевия баланс. Физиологични механизми контролират броя на кръвните клетки, кръвния обем и съставките на плазмата.

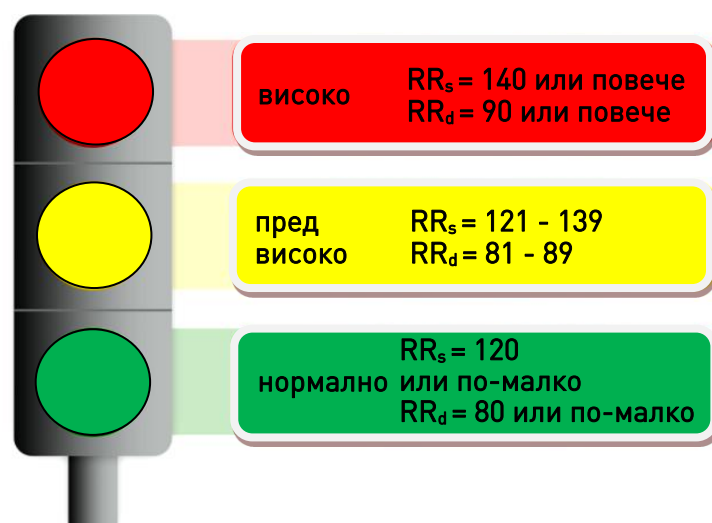
- ✓ *Терморегулаторна функция*

Кръвта регулира телесната температура. Тя притежава висока топлемост, благодарение на която топлината се разпределя равномерно в тялото посредством кръвотока, а при излишък се отделя в околната среда чрез периферните кръвоносни съдове.

#### 4. Артериален пулс

Под артериален пулс разбираме колебанията на стените на артериалните съдове, синхронно със сърдечната дейност, при преминаването на пулсовата вълна през тях. Стойностите му за здрав възрастен индивид в покой са 60 – 90 удара/мин. Артериалният пулс често се използва за дозиране на натоварването в спортната практика.

#### 5. Артериално кръвно налягане



Фиг. 4.4. Стойности на кръвното налягане в mm Hg

Артериалното кръвно налягане е налягането, което упражнява кръвта върху стените на артериалните съдове при своето движение от сърцето към периферията на тялото. То е физиологичен параметър, характеризиращ помпената функция на лявата камера и има две граници – *горна, систолична* ( $RR_s$ ) и *долна, диастолична* ( $RR_d$ ). Измерва се в милиметра живачен стълб (mm Hg) – мерната единица на първите апарати.

На фиг. 4.4. се виждат стойностите за двете граници на артериалното кръвно налягане при възрастен индивид. Стойности над 140 за горна и над 90 долна граница говорят за *хипертония* – високо кръвно налягане, а такива под 90 за горна и под 60 за долна се определят като *хипотония* – ниско кръвно налягане.

Въздействието на физическите натоварвания върху границите на кръвното налягане са разнопосочни и зависят от вида и интензитета на двигателната активност.

### ВЪПРОСИ ЗА САМОПОДГОТОВКА

1. Какво е функционалното устройство на човешкото сърце?
2. Посочете пътя на кръвотока в двата кръга на кръвообращението!
3. Как се измерват и какви са стойностите на артериалния пулс и кръвното налягане?

## РАЗДЕЛ II. ДИХАТЕЛНА СИСТЕМА –

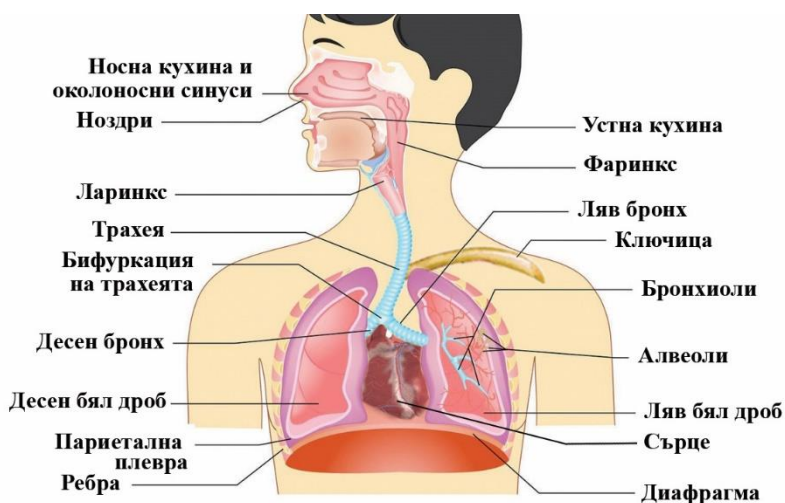
### ТЕМА 5. УСТРОЙСТВО НА ДИХАТЕЛНАТА СИСТЕМА – БЕЛИ ДРОБОВЕ И ДИХАТЕЛНИ ПЪТИЦА

#### Основни понятия:

- ✓ Бял дроб
- ✓ Трахея
- ✓ Бронхи
- ✓ Плевра
- ✓ Алвеоли

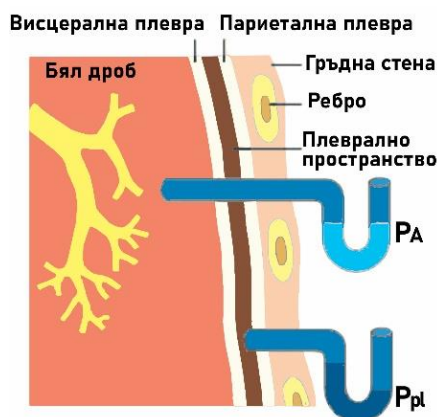
#### СЪДЪРЖАНИЕ НА ТЕМАТА

Белият дроб се състои от ляв и десен дял, като между тях има вдлъбнатина, в която лежи сърцето. В тази вдлъбнатина трахеята се разделя на два бронха, които заедно с големите артериални, венозни, лимфни съдове и нерви навлизат в левия и в десния дял на белите дробове (фиг. 1).



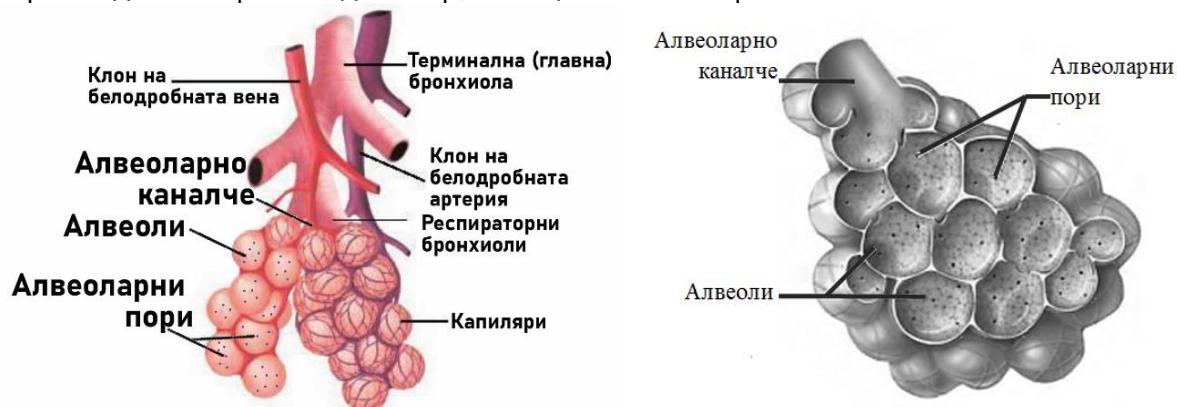
Фиг. 1. Поясненията са в текста

Белите дробове са обхванати от двуслойна серозна обвивка, наречена плевра. Вътрешният ѝ слой покрива белите дробове и се нарича **висцерална плевра**. Външният слой, наречен **париетална плевра**, е прилепнал към вътрешната повърхност на гръдния кош. Между тях се образува затворено пространство, наречено интерплеврално, което е изпълнено с **плеврална течност**. Тя играе роля на смазващо вещество между двете плеври, което намалява триенето на белите дробове в околните тъкани. Налягането в това пространство е по-ниско от атмосферното и белият дроб изпитва непрекъснато теглене към гръдния кош. Именно това по-ниско налягане в интерплевралното пространство е причина белият дроб да следва всички обемни промени на гръдния кош (фиг. 2).



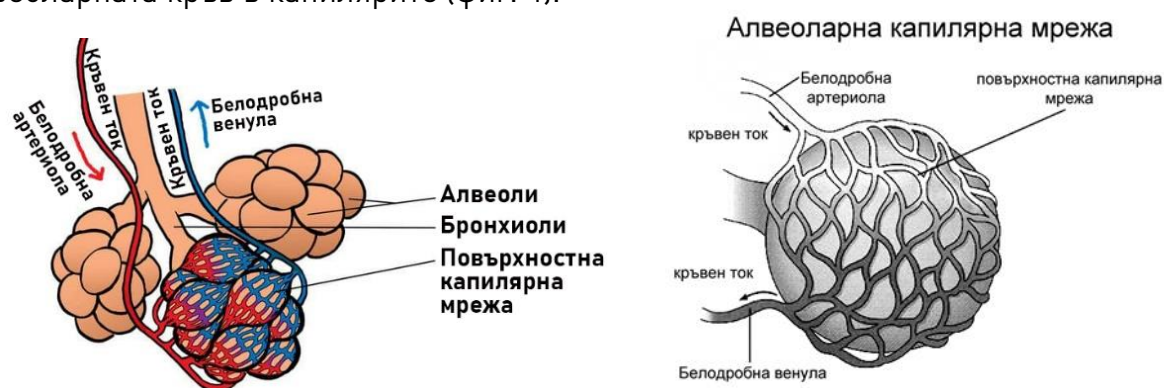
Фиг. 2. Поясненията са в текста

**Дихателни пътища.** Въздухът достига до белодробните алвеоли през дихателните пътища, изградени от носоглътка, ларинкс, трахея и два бронха. Те се разделят на по-малки по диаметър бронхи, наречени **бронхиоли**, а тези под 0,5 mm – **терминални бронхиоли**. От тях започват **алвеолите** (фиг. 3). Те имат сферична форма с диаметър от 75 до 300  $\mu$ , а общата им повърхност е около 70  $m^2$ .



Фиг. 3. Поясненията са в текста

Стените на алвеолите са изградени главно от един слой епителни клетки. Външната повърхност на алвеолите е покрита от белодробните капиляри. Капилярната и алвеоларната стена образуват **респираторната мембрана**, дебела 0,5  $\mu m$ . През нея се осъществява проста дифузия на газовете между алвеоларния въздух и алвеоларната кръв в капилярите (фиг. 4).



Фиг. 4. Поясненията са в текста

### ВЪПРОСИ ЗА САМОПОДГОТОВКА:

1. Кои са дихателните пътища, по които въздухът достига алвеолите?
2. Какво е значението на плеврата за процеса на дишане?
3. Каква е функцията на алвеолите?

## ТЕМА 6. ВЪНШНО (БЕЛОДРОБНО) ДИШАНЕ – ОПРЕДЕЛЕНИЕ, МЕХАНИКА НА ДИХАТЕЛНИТЕ ДВИЖЕНИЯ

### СЪДЪРЖАНИЕ НА ТЕМАТА

#### Основни понятия:

- ✓ Инспирация
- ✓ Експирация
- ✓ Външно дишане

**1. Външно дишане.** Процес, при който се поема въздух от околната среда в белите дробове, а поетият с него  $O_2$  преминава в кръвта. Същевременно от кръвта  $CO_2$  преминава в белодробния въздух, с който се издишва в околната среда.

Дихателните движения се осъществяват от външните и вътрешните междуребрени мускули, които движат ребрата, свързани с гръбначния стълб и гръдната кост. Диафрагмата е другият основен дихателен мускул, който затваря долната повърхност на гръдния кош. При дихателните движения този комплекс от кости и мускули променя обема на гръдния кош и поради специфичното устройство на плеврата белите дробове следват тези обемни промени.

**2. Вдишване (инспирация)** – осъществява се от външните междуребрени мускули и диафрагмата, които при съкращението си увеличават обема на гръдния кош. По форма гръдният кош може да се опише като пресечен конус, обърнат с основата надолу. Основата е диафрагмата, която при покой е куполообразен мускул, а при съкращение придобива дисковидна форма и се спуска по посока на стомаха. Ребрата от своя страна, движейки се от външните междуребрени мускули настрани и нагоре, увеличават основата на пресечения конус. Така гръдният кош увеличава обема си настрани и надолу, при което налягането в него спада под атмосферното. Това довежда до нахлуване на въздух от околната среда. Вдишването е активен процес, при който се преодоляват тежестта на гръдния кош, еластичното съпротивление на ребрените хрущяли, еластичното съпротивление на белодробната тъкан, съпротивлението на коремната стена и коремните органи.

**3. Издишване (експирация)** – при спокойно дишане се осъществява пасивно за сметка на съпротивлението, преодоляно при вдишването. Тоест еластичните сили създават налягане в белите дробове, по-високо от атмосферното, и въздухът се издишва. При по-дълбоко издишване трябва да се създаде по-високо налягане в алвеоларното пространство, което се осъществява от вътрешните междуребрени мускули, подпомагани от коремните мускули. Тъй като в този случай се изисква съкращения на дихателната мускулатура, процесът на по-дълбоко издишване е активен.

### ВЪПРОСИ ЗА САМОПОДГОТОВКА:

1. Как се осъществява процесът на инспирация?
2. Как се осъществява процесът на експирация?

## ТЕМА 7. ГАЗООБМЕН, ТРАНСПОРТ НА ГАЗОВЕТЕ, ТЪКАННО ДИШАНЕ

### СЪДЪРЖАНИЕ НА ТЕМАТА

#### Основни понятия:

- ✓ Дифузия
- ✓ Алвеоларен въздух
- ✓ Тъканно дишане

Обмяната на газовете между алвеоларния въздух и капилярната кръв става пасивно по пътя на **дифузията** (молекулите от участък с по-голяма концентрация преминават към участък с по-малка концентрация). Когато един газ премине в течност, той се разтваря в нея. Разтворимостта му зависи от неговото парциално налягане. Разтворимостта на газовете в течност е правопрпорционална на тяхното парциално налягане и температура.

**Кислородът** се пренася с кръвта след свързването му с хемоглобина от еритроцитите. Парциалното налягане на кислорода ( $pO_2$ ) (налягането само на  $O_2$  в газовата смес) в алвеоларния въздух е по-голямо от това в алвеоларните капиляри. С кръвта се пренася до тъканите, където парциалното му налягане е по-ниско, отколкото в кръвта. Така кислородът се транспортира от алвеоларния въздух до тъканите. При нормални условия, в покой, **сатурацията** (насищането) на хемоглобина с кислород е 98% и 100 ml кръв съдържат около 20 ml  $O_2$ .

**Транспортът на  $CO_2$**  става главно чрез кръвната плазма и по-малко чрез хемоглобина.

- Под формата на бикарбонат в кръвната плазма се пренасят около 70% от  $CO_2$ .
- Една малка част от  $CO_2$  се свързва с водата в кръвната плазма и образува въглена киселина.
- $CO_2$  се свързва с аминокрупите на глобина, образувайки карбхемоглобин. Така се пренасят малко над 20% от  $CO_2$  в кръвта.
- Физично разтворен  $CO_2$  в кръвната плазма – около 8%.

**Тъканното дишане** включва обмен на газове в капилярите на тъканите. Тук газовете се движат по посока на концентрационния си градиент чрез дифузия. По-неже  $pO_2$  в тъканите е около 40 mmHg, а в капилярната кръв е около 100 mmHg, кислородът бързо преминава в тъканите. В същото време  $pCO_2$  в тъканите е над 45 mmHg, а в капилярната кръв е 40 mmHg. Разтворимостта на  $CO_2$  в кръвта обаче е 20 пъти по-голяма от тази на  $O_2$ , поради което въпреки относително по-малката разлика в парциалните налягания той преминава бързо в капилярната кръв.

### ВЪПРОСИ ЗА САМОПОДГОТОВКА:

1. Как преминава кислородът през респираторната мембрана?
2. Как се транспортира кислородът чрез кръвта?
3. Как се транспортира въглеродният диоксид чрез кръвта?

## РАЗДЕЛ III. ОБМЯНА НА ВЕЩЕСТВАТА И ЕНЕРГИЯТА

### ТЕМА 8. МЕТАБОЛИЗЪМ – ОПРЕДЕЛЕНИЕ. ВЪГЛЕХИДРАТИ, МАЗНИНИ, БЕЛТЪЦИ – ОСНОВНИ ИЗТОЧНИЦИ НА ЕНЕРГИЯ

#### СЪДЪРЖАНИЕ НА ТЕМАТА

##### Основни понятия:

- ✓ **Метаболизъм**
- ✓ **Дисимиляция**
- ✓ **Асимиляция**
- ✓ **Хипогликемия**

Метаболизмът е съвкупност от биохимични процеси, които се извършват в живите организми, и се нарича още обмяна на веществата и енергията. Състои се от приемане на храна и разграждането ѝ в организма до по-прости вещества, от които се осигуряват енергийно жизнените процеси, изграждат се нови тъкани или се възстановяват стари. Този

процес е съпроводен с преминаването на енергия от една химична връзка в друга. Разделен е на два подпроцеса:

- **Дисимиляция** (катаболизъм) – разграждане на хранителните вещества до по-прости, при което се освобождава енергия.
- **Асимиляция** (анаболизъм) – изграждане от по-простите вещества на по-сложни, които могат да изпълняват структурна или енергетична функция в организма.

Основните хранителни вещества са въглехидрати, белтъци и мазнини. Крайните продукти на храносмилането в по-голямата си част са аминокиселини, мастни киселини и монозахариди.

По-важните въглехидрати, получавани от храната, са глюкоза, галактоза и фруктоза. Нормалното ниво на глюкоза в кръвта на гладно е 3,9–6,1 mmol/l. Пониски от нормалните стойности се означават като **хипогликемия**. Наблюдават се след изтощителна физическа работа, гладуване. Дневната нужда от въглехидрати е около 400–800 г в зависимост от двигателния режим на индивида.

Белтъците имат предимно структурна функция. В някои случаи могат да се използват и като енергиен източник. Дневната нужда от белтъци за възрастния индивид е около 1 g/kg, а при физически натоварвания тази нужда се увеличава на 2–2,5 g/kg.

Мазнините в организма се складираат в мастните клетки под формата на **триглицериди**. Те са основен енергиен източник за мускулното съкращение. Дневните нужди са 1 g/kg.

#### ВЪПРОСИ ЗА САМОПОДГОТОВКА:

1. Какво означава асимиляция?
2. Какво означава дисимиляция?
3. Какво означава хипогликемия?

## ТЕМА 9. ВОДНО-СОЛЕВА ОБМЯНА – ДЕХИДРАТАЦИЯ В СПОРТА

### СЪДЪРЖАНИЕ НА ТЕМАТА

#### Основни понятия:

- ✓ Хидратация
- ✓ Дехидратация
- ✓ Оксидационна вода
- ✓ Екскреция
- ✓ Изпарение

Водата съставлява около 60% от теглото на средностатистическия мъж и около 50% от средностатистическата жена, което варира между индивидите. Освен това постната телесна маса се състои от около 73% вода, докато мастната телесна маса съдържа само 10% вода. Изследванията показват, че загубата на 9 до 12% вода може да е фатална.

Около 60% от водата за деня получаваме чрез напитки и около 30% от храната. Останалите 10% се произвежда от клетъчния метаболизъм – **оксидационна вода**. По време на физическо натоварване за 1 час може да се произведе около 500 ml оксидационна вода. Общият ежедневен прием на вода трябва да е около 33 ml на килограм постна телесна маса (теглото на кости, мускули и вътрешни органи). Загубата на вода става чрез: **изпарение** от кожата; външното дишане; **екскреция** от бъбреците и тънките черва. При високоинтензивни натоварвания и висока температура на околната среда загубата на вода чрез потене може да е около 2–3 L за час.

Ако индивидът е дехидратиран (обезводнен) с 2% или повече от телесното тегло при физически упражнения, сърдечната честота и телесната температура ще са по-високи в сравнение с величината им при нормална хидратация. В резултат може да спадне физическата работоспособност.

При голяма водно-солева загуба настъпват разстройства на физиологичните функции.

При обилно изпотяване тялото губи повече вода, отколкото електролити. Това увеличава осмотичното налягане в телесните течности, защото електролитите стават по-концентрирани.

Усещането за жажда може да започне след настъпване на дехидратация. Дехидратацията може да се преодолее за 24 до 48 часа. Ето защо поради бавното възстановяване на телесната вода, за избягване на хроничната дехидратация, трябва да се пие вода и при липса на жажда.

Препоръчва се приемане по около 200 ml вода през около 20 мин по време на натоварване. Приемането на вода, чиста или подсолена, в количества, равни на загубата на тегло, поддържа сърдечната честота по-ниска. Топлите течности имат предпазен ефект, но студените подпомагат охлаждането на тялото.

Концентрираните захарни и минерални разтвори са хипертонични и извличат водата от клетките, което води до обезводняването им. Захарите и минералите в големи концентрации забавят водната резорбция. Обикновено се използва 6% захарен разтвор. Колкото по-обилно е изпотяването, толкова по-ниска трябва да е въглеродната концентрация (под 5%).

При недостиг на натрий се наблюдават подпухналост, задух, гадене, повръщане и главоболие. Такова състояние може да възникне при прием на много вода с малко натрий. За да се избегне това, трябва да се приема точно толкова вода, колкото е изгубена, или да се добавя натрий в приеманата течност. При натоварвания със средна интензивност, например колоездене на шосе, загубата на NaCl може да достигне 35 г за един тренировъчен ден.

### ВЪПРОСИ ЗА САМОПОДГОТОВКА:

1. Какво означава оксидационна вода?
2. Какво се случва във физиологичните функции при голяма водно-солева загуба?
3. Какво се препоръчва срещу дехидратацията?

## ТЕМА 10. ЕНЕРГИЕН БАЛАНС В ОРГАНИЗМА

### СЪДЪРЖАНИЕ НА ТЕМАТА

#### Основни понятия:

- ✓ *Енергиен баланс*
- ✓ *Енергия*
- ✓ *Основна обмяна*

Равновесието между приетата с храната и изразходваната от организма енергия се означава като **енергиен баланс**. Когато приетата енергия е повече от изразходваната, се получава затлъстяване, а в противен случай започват да страдат различни структури и функции в организма. Усвоената от храната енергия се използва за: мускулни съкращения в скелетната и гладката мускулатура, работата на вътрешните органи, синтез на различни вещества в клетките, поддържане на телесната температура.

При разграждането си **в организма**: 1 г въглехидрати дават 4,1 kcal енергия, белтъците – 4,1 kcal, а мазнините – 9,3 kcal. Мазнините дават най-много енергия, но изискват най-много кислород за разграждането си, поради което с увеличаване интензивността на натоварването използването им намалява.

Минималното количество енергия, необходимо за протичане на основните жизнени процеси, се нарича **основна обмяна**. За средностатистически възрастен 70 кг основната обмяна е 66 kcal/час, а въглехидратните резерви под формата на гликоген и глюкоза са около 2500 kcal. При спокойно седене се изразходват около 100 kcal/час, при бавно ходене със скорост 4,2 км/час – около 200 kcal/час, при гребане (20 загребвания за минута) – около 828 kcal/час. За сравнение, в 100 г кашкавал се съдържат 330 kcal, в 100 г пилешко бутче – 119 kcal, а в 100 г – зеле 26 kcal.

### ВЪПРОСИ ЗА САМОПОДГОТОВКА:

1. Какво включва енергийният баланс в организма?
2. Каква е калорийната стойност на основните хранителни вещества: въглехидрати, мазнини и белтъци?
3. Какво е основна обмяна?

## РАЗДЕЛ IV.

### ТЕРМОРЕГУЛАЦИЯ В ЧОВЕШКИЯ ОРГАНИЗЪМ

#### ТЕМА 11. ТЕМПЕРАТУРА НА ЧОВЕШКОТО ТЯЛО. ТОПЛИНЕН БАЛАНС НА ОРГАНИЗМА – ТОПЛОПРОДУКЦИЯ И ТОПЛООТДАВАНЕ

#### СЪДЪРЖАНИЕ НА ТЕМАТА

##### Основни понятия:

- ✓ *Телесна температура*
- ✓ *Топлина*
- ✓ *Температурен баланс*
- ✓ *Топлообразуване*

Жизнените функции на човека могат да протичат в сравнително широки граници на температура на околната среда, но телесната температура може да се колебае само около 4 °C (градуса по Целзий). Нормалната телесна температура, измерена в устата, е 37 °C.

Температурата на тялото зависи от произведената в него и загубената топлина, което се нарича **температурен баланс**.

Топлината се получава в резултат на клетъчното дишане. При покой тялото освобождава от 60 до 80% от енергията на аеробния метаболизъм като топлина. Приемането на храна увеличава производството на телесна топлина.

Мускулната активност също увеличава произвежданата топлина. Тоничната активност на мускулите играе важна роля в топлопродукцията, като променя интензивността си. Интензивността на **топлообразуване** е различна за различните органи. Органите в гръдната, коремната и черепната кухина произвеждат около 70% от топлината по време на покой. Мускулите и кожата при покой произвеждат около 18% от общото количество топлина, а при физически натоварвания – около 73%. При покачване на околната температура намалява обмяната на веществата.

#### ВЪПРОСИ ЗА САМОПОДГОТОВКА:

1. Какво означава температурен баланс?
2. Кои са източниците на топлина в организма?

## ТЕМА 12. ФИЗИЧНИ МЕХАНИЗМИ ЗА ТОПЛООТДАВАНЕ

### СЪДЪРЖАНИЕ НА ТЕМАТА

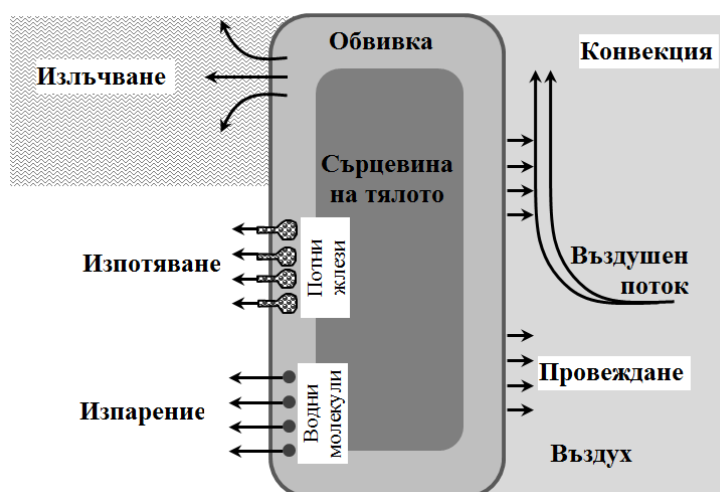
#### Основни понятия:

- ✓ Кондукция
- ✓ Радиация
- ✓ Конвекция
- ✓ Изпотяване
- ✓ Изпарение

Отдаването на топлина от вътрешността на тялото до кожата става по съседство и чрез кръвта. При нужда кръвта се пренасочва от вътрешността към кожата и крайниците.

Отдаване на топлина от кожата към околната среда (фиг. 5). Това става чрез:

- ✓ **кондукция** (провеждане) – преминаване на топлината между обекти с различна температура, които са в директен контакт помежду си. Заедно с конвекцията осигуряват отстраняването на между 10–20% от произведената топлина;
- ✓ **радиация** (излъчване) – излъчване на електромагнитните или топлинните вълни в пространството. Отстранява около 55% от топлината в покой;
- ✓ **конвекция** – пренасяне на топлината чрез въздушни или водни потоци. Когато кожата е в контакт с околната среда и предава топлинната енергия към нея чрез кондукция, се образуват потоци от въздух или вода, които се получават поради затоплянето на тази среда, и се движат нагоре покрай кожата. Въздухът е лош проводник на топлина и затова колкото по-дебел е слойът въздух върху кожата, толкова по-трудно ще се отдава топлина. Такава е ролята на дрехите;
- ✓ **изпотяване** – отделяне на пот от потните жлези и изпарението ѝ. Количеството и съставът на потта варират между индивидите, но тези с по-висока функционална годност започват да се изпотяват при по-ниска телесна температура и се изпотяват по-обилно. Чрез дишането се отстраняват около 3% от образуваната топлина;
- ✓ **изпарение**. Отстраняването на топлина чрез изпарение става непрестанно от дишателните пътища и кожната повърхност. През кожата водните молекули постоянно преминават и се изпаряват. Това непрекъснато изпарение от кожата не е свързано с потните жлези и не подлежи на физиологичен контрол. Най-важният фактор за количеството на изпарение е относителната влажност на въздуха. При висока относителна влажност на околния въздух изпарението намалява.



Фиг. 5. Поясненията са в текста

#### ВЪПРОСИ ЗА САМОПОДГОТОВКА:

1. Какво представлява кондукцията при терморегулация на тялото?
2. Каква е връзката между механизмите на кондукция и конвекция при терморегулация на тялото?

## ТЕМА 13. ТЕРМОРЕГУЛАЦИЯ ПРИ ФИЗИЧЕСКО НАТОВАРВАНЕ

### СЪДЪРЖАНИЕ НА ТЕМАТА

#### Основни понятия:

- ✓ Кръвоснабдяване
- ✓ Теплопродукция
- ✓ Вазодилатация
- ✓ Енергопродукция

Повишението на температурата е пропорционално на интензивността на натоварването. Влажността и движението на въздуха започват да играят по-важна роля при по-продължителни и интензивни натоварвания.

В началото на натоварването настъпва рязко намаляване на кръвоснабдяването на кожата, което може да затрудни топлоотдаването. След няколко минути обаче заедно с увеличаване на теплопродукцията се разширяват кожните капиляри. Това разширение е пропорционално на теплопродукцията от физическото натоварване и температурата на околната среда. Усилват се отделянето на пот и изпарението. Изпотяването осигурява около 80 до 90% от охлаждането на тялото при физически упражнения в топла и суха среда. Когато средата е гореща и влажна (влажност между 50 и 70%), отделянето на топлината с потта се затруднява и тя се задържа в тялото. При спортистите се отделя около 1 L пот за час. Изпарението на 100 ml пот изразходва 60 kcal енергия. При маратонско бягане например могат да се отделят до 5 L пот. След като една част от енергопродукцията се изразходва за предпазване на организма от „прегриване“, анаеробната гликолиза ще се увеличи при по-ниски нива на мощност, тъй като кислородът след определено ниво на мощност е недостатъчен. Когато изпотяването е значително, намалява обемът на кръвната плазма, което води до намаляване на ударния обем, а сърдечната дейност се участва, за да може да се поддържа минутният обем на сърцето.

Вазодилатацията на кожните кръвоносни съдове и кръвоносните съдове в работещите мускули увеличава вместимостта на съдовата система, вследствие на което кръвоснабдяването им ще е недостатъчно. Този недостиг в единия случай ще намали работоспособността на мускулите, а в другия ще затрудни терморегулацията.

При продължителни натоварвания спортистите могат да получат болезнени контракции (**топлинни крампи**) в работещите мускули. Смята се, че се дължат на голяма загуба на  $\text{Na}^+$  и  $\text{Cl}^-$  с потта и възстановяване на водните загуби с чиста вода. Получават се в големите мускули на крайниците и коремните мускули. Обикновено започват с леко парене, което прогресира и достига до локална контракция на няколко мускулни влакна. Предотвратяват се с приемането на електролитни напитки.

### ВЪПРОСИ ЗА САМОПОДГОТОВКА:

1. Какво е значението на кръвоснабдяването в отделни области на тялото за терморегулацията по време на физическо натоварване?
2. Какво е значението на изпотяването за терморегулацията на тялото по време на физическо натоварване?

## РАЗДЕЛ V. ФИЗИОЛОГИЧНИ ОСНОВИ НА СПОРТНАТА ТРЕНИРОВКА

### ТЕМА 14. ОПРЕДЕЛЕНИЕ И ФИЗИОЛОГИЧНА СЪЩНОСТ НА СПОРТНАТА ТРЕНИРОВКА

#### СЪДЪРЖАНИЕ НА ТЕМАТА

##### Основни понятия:

- ✓ *Временни промени*
- ✓ *Трайни промени*
- ✓ *Аеробна енергопродукция*
- ✓ *Анаеробна продукция*
- ✓ *Класификация на упражненията*

Спортната тренировка е сложен приспособителен процес към повишаващо се физическо натоварване, при който настъпват дълбоки функционални и структурни промени в организма. При тренировка се упражняват не само мускулите, но и всички органи и системи, осигуряващи мускулното съкращение, като се започне от нервната система и стигнем до отделителните функции.

**Физиологичните отговори** на организма в резултат от физическите упражнения се проявяват по време на изпълнението им и се наричат **остри или временни промени**. При изпълнение на физически упражнение в един по-дълъг период от време (месеци и години) настъпват адаптационни промени в структурата и функциите на тялото, което се означава като **хронични или трайни промени**. Те са цел на тренировъчния процес.

Енергията за мускулните съкращения може да се произведе при доставка на достатъчно количество кислород до мускулите, което се означава като **аеробна енергопродукция**, или при недостиг на кислород – **анаеробна енергопродукция**.

#### КЛАСИФИКАЦИЯ НА УПРАЖНЕНИЯТА СПОРЕД ТЯХНАТА ИНТЕНЗИВНОСТ

|                                |                         |
|--------------------------------|-------------------------|
| Ниска интензивност –           | под 55% от максималната |
| Умерена интензивност –         | 55–70% от максималната  |
| Голяма интензивност –          | 70–90% от максималната  |
| Много голяма интензивност –    | 90–99% от максималната  |
| Максимална интензивност –      | 100%                    |
| Супрамаксимална интензивност – | над 100%                |

#### ВЪПРОСИ ЗА САМОПОДГОТОВКА:

1. Кои са физиологичните отговори на организма в резултат на физически упражнения?
2. Каква е разликата между аеробна и анаеробна енергопродукция?
3. Как се класифицират физическите упражнения според тяхната интензивност?

## ТЕМА 15. ЕНЕРГООСИГУРЯВАНЕ НА МУСКУЛИТЕ ПРИ ФИЗИЧЕСКИ УПРАЖНЕНИЯ

### СЪДЪРЖАНИЕ НА ТЕМАТА

#### Основни понятия:

- ✓ Рефосфорилиране
- ✓ Незабавна енергийна система
- ✓ Краткосрочна енергийна система
- ✓ Дългосрочна енергийна система

#### 1. Незабавна енергийна система

Креатинфосфатът (КФ), който се нарича и фосфокреатин, се разгражда до креатин и фосфат (Ф) и енергия (Е), която служи за добавяне на фосфат към АДФ, за да се получи АТФ. Това продължава, докато има нужда от АТФ или докато концентрацията на КФ намалее до ниво, което не може да осигури енергия за рефосфорилиране на АДФ до АТФ. Ако нивата на АТФ са нормални, процесът се потиска. Увеличените нива на АДФ активират ензима КК.

Другата реакция, участваща в незабавната доставка на енергия – от 2 молекули АДФ произвежда 1 молекула АТФ и една молекула аденозин монофосфат (АМФ).

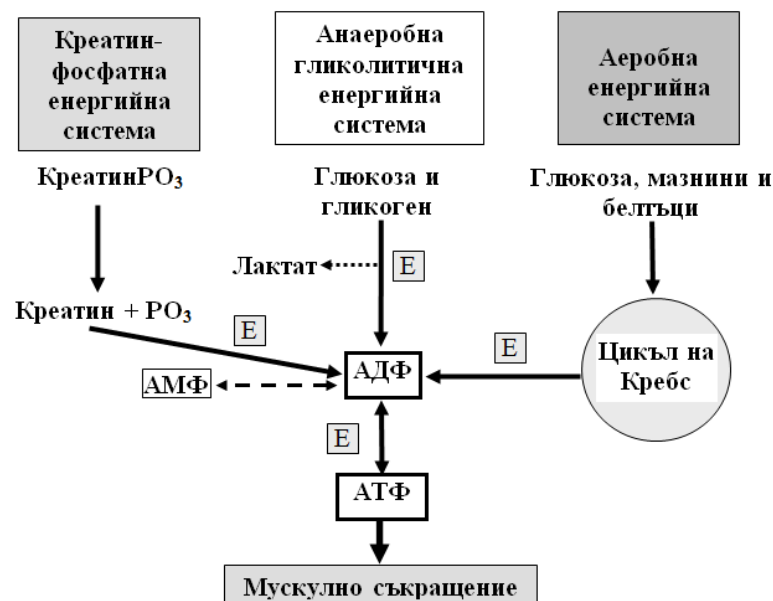
Запасите на КФ в мускулите се изчерпват за около 8–12 сек. Възстановяване нивата на КФ при пълното му изчерпване е между 5 и 15 минути.

#### 2. Краткосрочна енергийна система

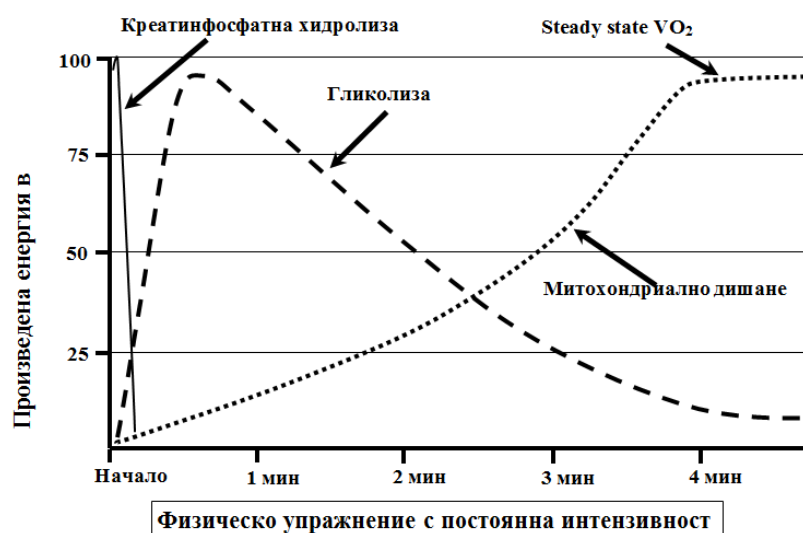
АТФ се рефосфорилира от енергията, получена при гликолизата на глюкозата и гликогена до пируват. Една молекула глюкоза дава 2 молекули пируват. При наличие на достатъчно кислород пируватът влиза в митохондриите и се подлага на аеробно разграждане в цикъла на Кребс. Ако кислородът не е достатъчно, пируватът се превръща в лактат в цитоплазмата.

#### 3. Дългосрочна енергийна система

Тя включва аеробното разграждане на въглехидрати, мазнини и белтъци в цикъла на Кребс, което се означава като митохондриално дишане. Аеробното разграждане на въглехидратите, свободните мастни киселини и някои аминокиселини се осъществява, като се преобразуват в ацетил-КоА, от който започва цикълът на Кребс. Тази енергийна система изисква достатъчно кислород и затова нейният дял е по-голям при натоварвания с по-ниска интензивност и по-голяма продължителност. При субмаксимални натоварвания и натоварвания с голяма интензивност аеробно произведената енергия е повече в сравнение с по-ниско интензивните и е близо до максимума на индивида, но относителният дял и на анаеробно произведената енергия доближава максималните индивидуални възможности.



Фиг. 6. Схематично представяне на трите енергийни системи, участващи в рефосфорилирането на АДФ до АТФ



Фиг. 7. Участие на трите енергийни системи за рефосфорилиране на АДФ до АТФ във времето

### ВЪПРОСИ ЗА САМОПОДГОТОВКА:

1. Кои са основните характеристики на незабавната енергийна система?
2. Кои са основните характеристики на краткосрочната енергийна система?
3. Кои са основните характеристики на дългосрочната енергийна система?

## ТЕМА 16. КИСЛОРОДНА КОНСУМАЦИЯ ПРИ ФИЗИЧЕСКИ УПРАЖНЕНИЯ С РАЗЛИЧНА ИНТЕНЗИВНОСТ И ПРОДЪЛЖИТЕЛНОСТ

### СЪДЪРЖАНИЕ НА ТЕМАТА

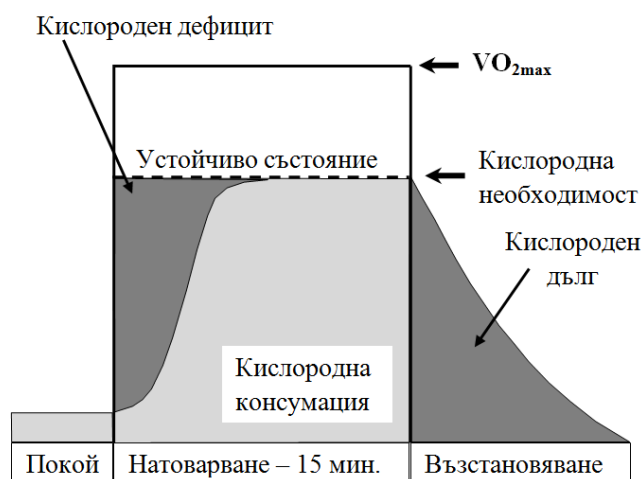
#### Основни понятия:

- ✓ Кислородна консумация
- ✓ Кислородна набавка
- ✓ Кислородна необходимост
- ✓ Кислороден дълг
- ✓ Устойчиво състояние

От 1 g глюкоза чрез аеробна гликолиза се получава между 17 и 19 пъти повече енергия в сравнение с анаеробната. Следователно колкото повече кислород се доставя до мускулите, толкова повече ефективно произведена енергия ще се получи. Така (**кислородна набавка**) **кислородната консумация** –  $\dot{V}O_2$  играе определяща роля за начина, по който ще се

произвежда енергия. Нейната величина се определя от **кислородната необходимост**, т.е. количеството кислород, необходимо за извършване на определена работа. Тъй като запаси на кислород в организма няма, той трябва да се доставя постоянно и в зависимост от доставката му се включват различни метаболитни пътища.

Когато кислородната консумация задоволява мощността на натоварването, енергията за мускулното съкращение се получава за сметка само на аеробни метаболитни процеси (фиг. 8). Това обаче става след 3-ата минута от началото на натоварването, защото дотогава енергията за мускулното съкращение се осигурява от незабавната и краткосрочната енергийна система. При ниски нива на мощност, когато кислородната набавка се задоволява напълно от дългосрочната енергийна система, могат да се използват в равни количества мазнини и въглехидрати. Мазнините изискват повече кислород за разграждането си от въглехидратите.

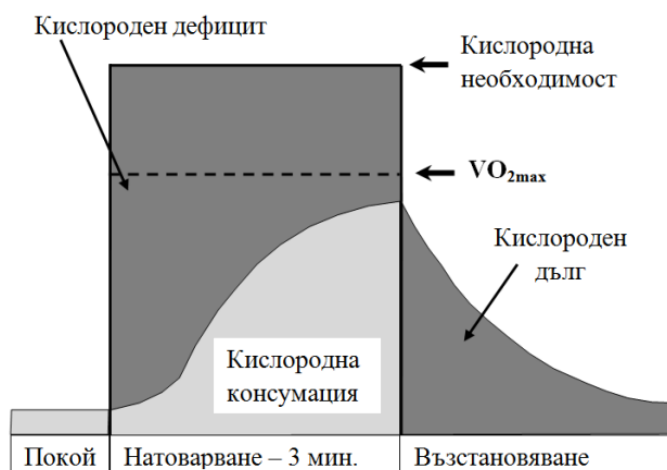


Фиг. 8. Поясненията са в текста

При натоварвания с малка и умерена интензивност, след период на начално усилие функциите на сърдечносъдовата и дихателната система се достига до устойчиво състояние (steady-state) (фиг. 8).

Когато кислородната консумация не задоволява мощността на натоварването, енергията за мускулното съкращение се получава за сметка на аеробни метаболитни процеси, но недостигът се допълва от анаеробно произведена енергия. След интензивност около 65% от максималната с увеличаване мощността на натоварването мазнините започват все по-малко да се използват като енергиен източник, а

използването на глюкоза все повече увеличава дела си. С увеличаване на интензивността на натоварването енергията за мускулното съкращение се допълва все повече от много по-интензивен анаеробен метаболизъм. В тези случаи се натрупват метаболити на анаеробната обмяна, които са толкова повече, колкото повече е бил недостатъкът на кислород за извършваната работа. Това състояние се означава като **кислороден дефицит** (разликата между кислородна необходимост и кислородна набавка). Кислородният дефицит за метаболитните процеси по време на натоварването довежда до използване на повече  $O_2$  във фазата на възстановяване, което се означава като **кислороден дълг** (фиг. 9).



Фиг. 9. Поясненията са в текста

**Максималната кислородна консумация ( $VO_{2max}$ )** представлява обобщаващ показател за вентилацията, скоростта на дифузия на газовете в белите дробове, минутния обем на сърцето, кислородната вместимост на кръвта, способността за използване на кислорода от мускулните клетки. Най-често се определя чрез максимален тест до отказ, като кислородната консумация в определен момент от натоварването престава да нараства и кривата придобива платовиден характер.  $VO_{2max}$  е пряко свързана с издръжливостта на индивида и затова е толкова ценен показател. Максималната кислородна консумация се измерва като абсолютна стойност в L/min или относителна стойност в mL/kg/min, при която абсолютната стойност се разделя на теглото на индивида. При нетренирани индивиди  $VO_{2max}$  е 2,5–3,0 L/min, а при тренирани може да достигне 7 L/min.

#### ВЪПРОСИ ЗА САМОПОДГОТОВКА:

1. Какви са физиологичните отговори, когато кислородната набавка задоволява кислородната необходимост?
2. Какви са физиологичните отговори, когато кислородната набавка не задоволява кислородната необходимост?
3. Как се определя максималната кислородна консумация?

## РАЗДЕЛ VI. ТРАЙНИ ПРОМЕНИ ВЪВ ФИЗИОЛОГИЧНИТЕ ФУНКЦИИ В РЕЗУЛТАТ НА РЕДОВНИ ФИЗИЧЕСКИ УПРАЖНЕНИЯ

### ТЕМА 17. ТРАЙНИ ПРОМЕНИ В КРЪВТА, ДИХАТЕЛНАТА СИСТЕМА И ОПОРНО-ДВИГАТЕЛНИЯ АПАРАТ

#### СЪДЪРЖАНИЕ НА ТЕМАТА

##### Основни понятия:

- ✓ Хематокрит
- ✓ Брадипнея
- ✓ Издръжливост
- ✓ Съпротивителни упражнения

В резултат на системни тренировки за издръжливост се увеличава обемът на кръвта в сравнение с нетренирани индивиди. Основна причина са увеличеният обем на кръвната плазма и общият обем на червените кръвни клетки (еритроцити). Хематокритът (съотношението между обема на червените кръвни клетки и общия обем кръв) на тренираните спортисти може да намалее. Общото количество червени кръвни клетки в абсолютни стойности е повишено. Пониженият хематокрит води до намаляване вискозитета (гъстотата) на кръвта. Това спомага за полесното движение на кръвта в по-малките кръвоносни съдове (артериоли и капиляри), което улеснява доставката на кислород в активните мускули. Увеличава се съдържанието на хемоглобин в еритроцитите.

Трайните промени в дихателната система при аеробни тренировки за издръжливост включват: намалена дихателна честота в покой под 10 вдишвания за минута – брадипнея; увеличена жизнена вместимост на белите дробове (витален капацитет) – над 6 литра; увеличена максимална кислородна консумация ( $VO_{2max}$ ).  $VO_{2max}$  е обобщаващ показател за работата на сърдечносъдовата и дихателната система, функционалното състояние на скелетните мускули и кислородния капацитет на кръвта. Може да нарасне с 5 до 30% вследствие на адекватен тренировъчен процес. Нарастването ѝ през първите 2 месеца на тренировъчна програма за издръжливост е стръмно, като след това се забавя. Увеличава се силата на дихателната мускулатура.

Трайните промени в дихателната система при аеробни тренировки за издръжливост включват: намалена дихателна честота в покой под 10 вдишвания за минута – брадипнея; увеличена жизнена вместимост на белите дробове (витален капацитет) – над 6 литра; увеличена максимална кислородна консумация ( $VO_{2max}$ ).  $VO_{2max}$  е обобщаващ показател за работата на сърдечносъдовата и дихателната система, функционалното състояние на скелетните мускули и кислородния капацитет на кръвта. Може да нарасне с 5 до 30% вследствие на адекватен тренировъчен процес. Нарастването ѝ през първите 2 месеца на тренировъчна програма за издръжливост е стръмно, като след това се забавя. Увеличава се силата на дихателната мускулатура.

Тренировките за издръжливост увеличават съдържанието на миоглобин и броя митохондрии в мускулните клетки. Увеличава се количеството ензими, участващи в гликолизата и клетъчното дишане. Променя се съотношението в обема между мускулни клетки тип-I и тип-II в зависимост от вида тренировка. Тренировките за скоростна и силова издръжливост увеличават обема на влакната тип-II, а тренировките за обща издръжливост увеличават обема на влакната тип-I. Не се променя съотношението в броя мускулни клетки тип-I и тип-II, който е наследствено заложен.

Тренировките със съпротивителни упражнения водят до по-изразена мускулна хипертрофия на мускулните влакна тип-II (увеличаване обема на мускулите). Това се дължи на: повече миофибрили в мускулните клетки; повече съкратителни белтъци; повече саркоплазма (цитоплазмата на мускулните клетки); повече съединителна тъкан. Увеличава се залавната площ на мускулните сухожилия върху костите. Увеличава се дебелината на сухожилията в тренираните мускули. Увеличава се плътността на костите.

#### ВЪПРОСИ ЗА САМОПОДГОТОВКА:

1. Какви са трайните промени в кръвта?
2. Какви са трайните промени в дихателната система?
3. Какви са трайните промени в опорно-двигателния апарат?

## ТЕМА 18. ТРАЙНИ ПРОМЕНИ В СЪРДЕЧНОСЪДОВА СИСТЕМА

### СЪДЪРЖАНИЕ НА ТЕМАТА

#### Основни понятия:

- ✓ Аеробни тренировки
- ✓ Динамични съпротивителни тренировки
- ✓ Физиологична хипертрофия
- ✓ Брадикардия
- ✓ Хипотония

Трайните промени в сърдечносъдовата система **при аеробни тренировки** за издръжливост включват: понижено диастолично кръвно налягане в покой – хипотония; подобрена способност на артериалните съдове да се разширяват; увеличаване броя на капилярите в мускулите; коронарните съдове (кръвоносните съдове на сърцето) имат повишена способност за вазодилатация (съ-

доразширение) след редовни физически натоварвания; намалява тенденцията за съсирване на кръвта; увеличен ударен обем на сърцето при покой и при физическо натоварване; увеличен минутен обем на сърцето по време на физическо натоварване; сърдечната честота в покой е по-ниска от 60 уд/мин – брадикардия.

Леките **динамични съпротивителни тренировки** не предизвикват значими трайни промени в сърдечносъдовите функции. Динамичните съпротивителни тренировки често довеждат до увеличаване дебелината на стената на лявата камера, но обемът на лявата камера не се променя. Сърдечна честота в покой е нормална или по-ниска. Систоличното и диастоличното кръвно налягане в покой е нормално или по-ниско от нормалното.

При системни тренировки може да се получи увеличаване масата на сърцето (хипертрофия) или разширение на сърдечните кухини (дилатация) (фиг. 10). Промените, настъпващи в сърцето при **физиологична хипертрофия**, са:

- а) увеличаване обема на миокардните влакна;
- б) увеличаване броя на митохондриите и активиране на обменните им процеси;
- в) образуване на нови капиляри в сърцето.

Нарастването на размерите и масата на сърцето вследствие на тренировки за издръжливост се означава като „**спортно сърце**“.

**Патологична хипертрофия** – настъпва при продължителни, тежки натоварвания, несъответстващи на функционалната подготовка на организма. Състои се в дилатация и хипертрофия на лявата и дясната камера (фиг. 10). Това означава намаляване дебелината на миокардната стена и увеличаване обема на лявата камера. Миокардната хипертрофия не е задължително явление вследствие на тренировките за издръжливост.



Фиг. 10. Поясненията са в текста

#### ВЪПРОСИ ЗА САМОПОДГОТОВКА:

1. Кои са трайните промени в сърдечносъдовата система при аеробни тренировки за издръжливост?
2. Кои са трайните промени в сърдечносъдовата система при леки динамични съпротивителни упражнения?
3. Какви са промените при физиологична хипертрофия на сърцето?

## РАЗДЕЛ VII. ВРЕМЕННИ ПРОМЕНИ ВЪВ ФИЗИОЛОГИЧНИТЕ ФУНКЦИИ ПРИ ФИЗИЧЕСКИ УПРАЖНЕНИЯ

### ТЕМА 19. ВРЕМЕННИ ПРОМЕНИ В КРЪВТА

#### СЪДЪРЖАНИЕ НА ТЕМАТА

##### Основни понятия:

- ✓ Кръвна плазма
- ✓ Хемоконцентрация
- ✓ Лактат
- ✓ Кръвна глюкоза
- ✓ Еритроцити

• **Намалява обемът на кръвната плазма.** При продължителни натоварвания кръвната плазма намалява с  $10 \div 15\%$ , а явлението се нарича **хемоконцентрация**. Причините са увеличено кръвно налягане в капилярите; усиленото отделяне на пот при определена интензивност, продължителност и околни условия също; чрез дишането се губи около 15 ml/h вода в покой до около 100 ml/h при продължителни натоварвания. Тези фактори водят до увеличен вискозитет (гъстота) на кръвта.

- **Повишава се концентрацията на млечна киселина в кръвта.** Тя се получава от анаеробната гликолиза и варира в широки граници, като при висококвалифицирани спортисти може да достигне 18 mMol/L, а в редки случаи и повече.

Лактатът се натрупва първо в мускулните клетки и когато достигне концентрация 4 mMol/L, излиза в кръвта. Най-високи и най-бързо получени стойности наблюдаваме при натоварвания с такава интензивност, която може да се поддържа от 1 до 3 минути. При равни други условия тренираните произвеждат по-малко лактат от нетренираните, като същевременно са работоспособни при по-високи негови стойности. Повишената температура на околната среда предизвиква продукцията на повече лактат.

- **Кръвна глюкоза.** Ако натоварването продължава повече от 60 минути, нивата на кръвната глюкоза може да започнат да спадат. След 1 до 3 часа умерено интензивно натоварване запасите на мускулен гликоген започват да се изчерпват и ако не се поеме глюкоза чрез храна, кръвната глюкоза спада. При натоварвания под 1 час енергоосигуряването е обезпечено с наличната глюкоза и гликоген в организма. Не е необходимо след това да се приемат допълнително въглехидратни храни и напитки. Хипогликемията е характерна за маратонските дисциплини.

- **Промени в броя на кръвните клетки:**

а. **Еритроцити** – увеличава се броят им в  $1 \text{ mm}^3$  кръв с 10 до 25% в сравнение с нивото на покой, което се означава като **работна еритроцитоза**. При продължителни физически натоварвания, несъобразени с функционалните възможности на организма, и в условията на кислороден недостиг анаеробната обмяна произвежда метаболити, които имат силен хемолитичен ефект (еритроцитите се разрушават). В резултат на това общият им брой намалява и се получава **работна еритропения**.

б. **Бели кръвни клетки.** Увеличава се общото им количество в единица обем кръв – **работна левкоцитоза**. Причина отново е хемоконцентрацията.

#### ВЪПРОСИ ЗА САМОПОДГОТОВКА:

1. Какви са промените в обема на кръвната плазма?
2. Какви са промените в състава на кръвната плазма?
3. Какви са промените в броя на кръвните клетки?

## ТЕМА 20. ВРЕМЕННИ ПРОМЕНИ В КРЪВООБРАЩЕНИЕТО ПРИ АЕРОБНИ УПРАЖНЕНИЯ С НАРАСТВАЩА ДО МАКСИМАЛНАТА ИНТЕНЗИВНОСТ

### СЪДЪРЖАНИЕ НА ТЕМАТА

#### Основни понятия:

- ✓ Ударен обем
- ✓ Сърдечна честота
- ✓ Минутен обем на сърцето
- ✓ Кръвно налягане

Показателите на сърдечносъдовата система са проучени в целия диапазон от мощности, с които организмът може да работи чрез **максимални физически натоварвания с нарастваща интензивност**. Единият от механизмите, чрез които сърдечносъдовата система отговаря на нарасналите метаболитни нужди, е увеличаване на минутния обем на сърцето. Другият механизъм е да преразпредели повече кръв от неактивните тъкани към работещите мускули.

**1. Ударен обем (УО)** (нарича се още **систолен обем**) при покой е около  $70 \div 80$  ml, при физически натоварвания при нетренирани може да достигне  $110 \div 120$  ml, а при тренирани –  $140 \div 160$  ml. При елитни спортисти УО може да достигне 200 ml.

При физическо натоварване ударният обем се увеличава поради повишеното пълнене на сърцето вследствие повишаване тонуса на симпатиковия дял на ВНС и поради увеличение на катехоламините (хормони от надбъбречните жлези в кръвта). Като резултат се увеличава съкратимостта на сърцето.

Друг фактор за увеличаване на ударния обем при физически упражнения е намаляване на периферното съдово съпротивление поради вазодилатация на кръвоносните съдове в работещите мускули, което улеснява изтласкването на по-голямо количество кръв от сърцето.

**2. Сърдечна честота (HR).** Нараства успоредно с нарастване на интензивността, като близо до максималната за индивида мощност тази успоредност се нарушава. Стръмността на нарастване на пулса и момента на нарушаване на линейната зависимост между сърдечна честота и интензивност на натоварването зависи от тренираността, възрастта и моментното състояние на организма. Когато се достигне максималната интензивност на упражнението, се достига максималната сърдечна честота за индивида ( $HR_{max}$ ), която е много надежден показател, запазващ постоянство за дълго време, въпреки че с възрастта постепенно спада.

**3. Минутен обем на сърцето (МОС).** МОС е производна на HR и УО. В зависимост от тренираността МОС може да нарасне от около 5 L/min в покой до около 25–40 L/min при физическо натоварване. Когато интензивността достигне около 40 до 60% от индивидуалния максимален работен капацитет, УО запазва относително постоянство, а увеличаването на МОС с нарастване на интензивността се дължи главно на увеличаване на HR. При елитни спортисти обаче УО може да продължи да нараства до достигане на максималния работен капацитет.

**4. Преразпределение на кръвта.** В покой около 15 до 20% от МОС отиват към мускулите, докато при високоинтензивни натоварвания към тях отиват от 80 до 85%. Няколко физиологични механизма участват в преразпределянето на кръвта при физически упражнения.

Със започване на физическо натоварване рязко нараства нуждата от кислород в активните мускули. Тази необходимост частично се задоволява чрез свиване на

кръвоносните съдове във вътрешните органи под въздействие на симпатиковия дял на ВНС.

Определено количество кръв се изтласква от далака.

Локални фактори като температура,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{H}^+$ , NO водят до обща вазодилатация на артериолите и увеличаване на кръвотока през капилярите на работещите мускули. Така мускулите повлияват собственото си кръвоснабдяване.

**5. Промени в кръвното налягане (RR).** Кръвното налягане зависи право пропорционално от интензивността на натоварването:

- ✓ систоличното кръвно налягане при максимални натоварвания достига до около 150–180 mmHg, а при субмаксимални натоварвания – до около 200–220 mmHg;
- ✓ диастоличното кръвно налягане обикновено се понижава или остава непроменено при субмаксимални динамични упражнения, но при натоварвания с максимална интензивност слабо може да се повиши.

При динамични упражнения има общо увеличаване на симпатиковия тонус в кръвоносната система, предизвикващо обща вазоконстрикция. Тази вазоконстрикция обаче се отслабва от вазодилататорите, освободени локално в работещите мускули. Така поради баланса между вазоконстрикцията в неактивните области и вазодилатацията в активните скелетни мускули диастоличното кръвно налягане не се променя значително.

#### ВЪПРОСИ ЗА САМОПОДГОТОВКА:

1. Какви са промените в УО и МОС при максимални физически натоварвания с нарастваща интензивност?
2. Какви са промените в HR и RR при максимални физически натоварвания с нарастваща интензивност?
3. Кой са физиологичните механизми, участващи в преразпределянето на кръвта при физически упражнения?

## ТЕМА 21. ВРЕМЕННИ ПРОМЕНИ В КРЪВООБРАЩЕНИЕТО ПРИ СУБМАКСИМАЛНИ НАТОВАРВАНИЯ

### СЪДЪРЖАНИЕ НА ТЕМАТА

#### Основни понятия:

- ✓ Контрактилитет
- ✓ Симпатиков дял
- ✓ Парасимпатиков дял
- ✓ Сърдечносъдов дрейф

При субмаксимални аеробни натоварвания с лека до умерена интензивност МОС нараства за около 2 минути до достигане на устойчиво състояние. Със започване на натоварването ударният обем нараства бързо поради увеличено венозно пълнене, което води до увеличаване пълненето на сърцето. Увеличеното пълнене

на сърцето довежда до по-мощната му контракция. Контрактилитетът на сърцето се усилва и от симпатиковия дял на ВНС, който се активира при физическа активност. След започване на физическа активност HR нараства незабавно поради спадане тонуса на парасимпатиковата ВНС. Ако упражнението продължи, по-нататъшното нарастване на HR се дължи на активиране на симпатиковата ВНС. Систоличното кръвно налягане (СКН) нараства по подобен начин на УО и достига до устойчиво състояние. Нарастването на СКН е в резултат на нарасналия УО. Диастоличното кръвно налягане (ДКН) остава непроменено или леко спада. ДКН остава относително постоянно поради вазодилатацията, която усилва кръвотока към работещите мускули.

#### 1. Субмаксимални аеробни натоварвания с умерена до висока интензивност

През първите минути на натоварването УО и HR нарастват доста бързо до достигане на steady-state. При всяко следващо повишаване на интензивността HR ще достига ново ниво на steady-state за 2–3 минути. Колкото по-висока е интензивността на натоварването, толкова по-дълъг ще бъде този период за достигане на steady-state.

#### 2. Сърдечносъдов дрейф

Наблюдава се при продължителни аеробни натоварвания (над 30 минути) или при аеробни натоварвания, провеждани при висока температура на околната среда, които са с постоянна интензивност. Състои се в постепенно намаляване на УО и постепенно увеличаване на HR. Описаните промени се дължат на повишена телесна температура, намаляване на кръвната плазма и вазодилатацията на кръвоносните съдове в работещите мускули и кожата. Това води до намалено венозно пълнене на сърцето и намален УО. Сърцето увеличава честотата си на съкращение, за да компенсира намаления УО.

### ВЪПРОСИ ЗА САМОПОДГОТОВКА:

1. Какви са промените в кръвообращението при субмаксимални аеробни натоварвания с лека до умерена интензивност?
2. Какви са промените в кръвообращението при субмаксимални аеробни натоварвания с умерена до висока интензивност?
3. В какво се изразява сърдечносъдовият дрейф?

## ТЕМА 22. ВРЕМЕННИ ПРОМЕНИ В КРЪВООБРАЩЕНИЕТО ПРИ СЪПРОТИВИТЕЛНИ УПРАЖНЕНИЯ

### СЪДЪРЖАНИЕ НА ТЕМАТА

#### Основни понятия:

- ✓ *Вътрегърдно налягане*
- ✓ *Периферно съдово съпротивление*
- ✓ *Съпротивителни упражнения*
- ✓ *Метаболитни продукти*

#### 1. Физиологични фактори, въздействащи на сърдечно-съдовата система при съпротивителни упражнения:

**а.** Големината на вътрегърдното налягане. Колкото по-голяма е тежестта или външното съпротивление, което трябва да се преодолее, толкова по-високо е налягането, което се създава в гърдния кош, който служи за опора на съкращаващите се мускули от ра-

менния пояс. Повишеното налягане в белите дробове и гърдния кош се предава върху сърцето и големите кръвоносни съдове в гърдния кош, което поражда бързи промени в движението на кръвта.

**б.** Повишено периферно съдово съпротивление. Кръвотокут през съкратените мускули се затрудняване или напълно прекъсва, което повишава периферното съдово съпротивление на цялото кръвообращение. То е пропорционално на: обема съкратена мускулатура и силата, с която се съкращава. При съкращения със сила над 15% от максималната волева сила (МВС) започва притискане на кръвоносните съдове, преминаващи през мускула, и кръвообращението през него се затруднява. Колкото по-голяма става силата на съкращение, толкова по-силно се притискат преминаващите през областта кръвоносни съдове и се повишава съдовото съпротивление. Повишеното съдово съпротивление води до временно повишаване на кръвното налягане. При достигане на 70% от МВС кръвотокут през съкратения мускул се прекъсва напълно.

#### 2. Временни промени в кръвообращението при натоварвания със статичен характер:

**а.** УО остава относително постоянен или слабо намалява, като при съкращенията с голяма интензивност намалява по-силно. Това се дължи на недостатъчното пълнене на сърцето и повишеното съдово съпротивление.

**б.** Увеличава се HR, като величината ѝ нараства с увеличаване на интензивността на упражнението. Сърдечната честота при статични упражнения нараства до около 120 уд./мин.

**в.** Увеличава се МОС, което се дължи на увеличената HR.

**г.** Систоличното кръвно налягане се повишава до около 190 mmHg, а диастоличното достига около 100 mmHg. Тези условия водят до нарастване на средното артериално налягане. При динамичните спортове, диастоличното кръвно налягане спада, а СКН се повишава. Повишеното кръвно налягане преодолява механичното притискане на кръвоносните съдове.

**д.** Натрупването на метаболити в тъканите предизвиква пресорен рефлекс, в резултат на който средното артериално налягане (САН) нараства.

**е.** Нарастване на миокардната кислородна консумация.

**ж.** Нарастване на УО непосредствено след прекратяване на упражнение с високо външно съпротивление.

**3. Временни промени в кръвообращението при динамични съпротивителни упражнения.** И при тези упражнения, както при статичните, се наблюдава механично препятстване на кръвния поток през съкратените мускули. Величината на сърдечносъдовия отговор зависи от големината на тежестта, броя повторения, интервалите между отделните серии и от комбинацията между тях.

- Колкото е по-високо съпротивлението, толкова е по-високо СКН.
- ДКН не се променя или нараства слабо.
- С увеличаване на тежестта намаляват броят изпълнения и общата извършена работа.
- Непосредствено след завършване на упражнението МОС е най-висок при най-ниската повдигана тежест, т.е. когато общата работа е най-голяма.
- Когато тежестта е голяма, HR и СКН нарастват с всяко следващо повторение до настъпване на отказ.
- Силното нарастване на кръвното налягане при тези условия се дължи на механичната компресия върху кръвоносните съдове и задържане на дишането.
- Динамичната съпротивителна тренировка предизвиква около 15% намаляване на кръвната плазма, което е преходно.

#### ВЪПРОСИ ЗА САМОПОДГОТОВКА:

1. Кои са физиологичните фактори, въздействащи на сърдечносъдовата система при съпротивителни упражнения?
2. Кои са временните промени в кръвообращението при натоварвания със статичен характер?
3. Кои са временните промени в кръвообращението при динамични съпротивителни упражнения?

## ТЕМА 23. ФИЗИОЛОГИЧНИ СЪСТОЯНИЯ В СПОРТА

### СЪДЪРЖАНИЕ НА ТЕМАТА

#### Основни понятия:

- ✓ Предстартово състояние
- ✓ Стартови реакции
- ✓ Средства за управление на предстартовите и стартовите състояния
- ✓ Вработване
- ✓ Устойчиво състояние
- ✓ Мъртва точка, второ дишане
- ✓ Физиологична характеристика на умората
- ✓ Възстановителен период

#### 1. Предстартово състояние

Преди всяко физическо натоварване в човешкия организъм настъпват приспособителни промени във функциите на системите и органите, които го изграждат. Най-ранната от тях е *предстартовото състояние*. То се проявява часове, понякога дни преди състезание и се изразява в повишаване на възбудимостта на нервната система. Показват се стойностите на пулса, кръвното налягане, дихателната честота. Увеличават се кръвните нива на някои стресови хормони (адреналин, кортизол и др.). Мускулната тъкан се подготвя за предстоящото натоварване.

#### 2. Стартови реакции

Функционалните изменения, които настъпват с организма непосредствено преди състезание се наричат *стартови реакции*. При тях се усилват адаптивните промени на предстартовото състояние. Стартовите реакции зависят от типа нервна система и биват три вида:

- *Състояние на готовност*

При него се счита, че настъпва оптимален баланс на промените в ЦНС, кръвните показатели, плазмените нива на хормоните, възбудимостта на мускулната тъкан.

- *Стартова треска*

Състояние на превъзбуденост, съчетано с треперене и чест фал-старт. Определящи са свръхсилните емоции, свързани с важността на състезанието, сила на противника и др.

- *Стартова апатия*

Състезателят излъчва вялост, сънливост, спокойствие. По вида на стартовата реакция не може да се съди за крайния резултат от състезанието.



### 3. Средства за управление на предстартовите и стартовите състояния

В спортната практика са разработени средства за управление на предстартовите и стартовите състояния, насочени към регулиране на неблагоприятните промени. Важен момент е *словесното въздействие* от страна на треньора, а също *рационалното планиране и управление на тренировъчния процес*, съобразено с индивидуалните особености на спортиста. От значение е и *разгряването*, представляващо комплексно натоварване, близко до предстоящото, но с ниска интензивност. Използват се също *спортен масаж*, както и различни средства за ускоряване на възстановителния процес, като *водно-солеви разтвори, витаминни комбинации, хранителни добавки*. *Здравословният начин на живот рационалното и балансирано хранене* са особено важни. От значение и прилагането на някои лекарствени препарати.

### 4. Вработване

Вработването е процес на адаптация на физиологичните функции към натоварването в неговото начало, целящ постигане на висока работоспособност. Същността на процеса е пусково настройване на двигателните и вегетативни функции на организма, чрез дейността на нервната и ендокринната система. Влияние оказват някои фактори като тренираност, вид двигателна активност, фактори на околната среда и др.

В началото на всяко физическо натоварване се наблюдава неедновременно разгъване на физиологичните функции, които не могат веднага да задоволят повишените изисквания на организма. Така напр. *максимална пулсова честота* се достига на 1 – 2-ра минута. Забавяне в различна степен има и при *дихателните функции, сърдечните обеми, стойностите на кръвното налягане*. *Двигателният апарат* също се вработва постепенно – най-висока скорост при 100 м. гладко бягане се развива на 35 – 40 м., поради биомеханичните особености на старта.

### 5. Устойчиво състояние

Под устойчиво състояние в спорта разбираме стабилизирането на някои показатели на сърдечно-съдовата и дихателната система (пулс, кръвно налягане, бellowдробна вентилация, кислородна консумация и др.) по време на натоварване с не особено висока интензивност. То може да бъде истинско – когато кислородната доставка задоволява нуждите на енергоразхода и “лъжливо” – ако е съпроводено с  $O_2$  дефицит. Устойчивото състояние за един индивид може бъде изтощително натоварване за друг.

### 6. Мъртва точка, второ дишане

При несъответствие между нивото на двигателна активност и вегетативните функции (нervната регулация на органите и системите) се наблюдава състояние, известно като “*мъртва точка*”. То е свързано с учестване на дишането, повишаване на кръвния  $CO_2$ , понижаване на плазменото pH (ацидоза), смущения в термо-регулацията, скованост и болки в гръдния кош. Тази криза по време на състезание може да се преодолее с т. нар. “*второ дишане*” – волево облекчаване на субективните усещания чрез дълбоко и регулирано дишане и намаляване интензивността на работа.

## 7. Умора

Умората в спорта представлява временно намаляване на работоспособността, до пълно прекратяване на работата при физическо натоварване. Понижават се възможностите за постигане на дадена сила или мощност при волево усилие, независимо дали двигателната задача се изпълнява успешно или не. За настъпването на умората роля играят много фактори. Препреката доставчик на енергия за мускулното съкращение е съединението АТФ (аденозинтрифосфат). Когато той рязко намалее или не може да се поддържа на предишното равнище, започва снижаване интензивността на натоварването. В неговото възстановяване (ресинтез) се включват енергийните резерви на организма (КФ - креатинфосфат, въглехидрати и др.), чието изчерпване води до умора. По време на натоварване се потискат някои катаболитни процеси, натрупва се млечна киселина, понижава се кислородният транспорт до мускулите, настъпва дехидратация (обезводняване). Паралелно се покачва нивото на стресовите хормони и настъпват процеси на задържане в централната нервна система. Комплексното съчетание на всички тези фактори, води до умора.



Умората е биологичен феномен с охранителен (защитен) характер. Тя предпазва клетките и тялото от необратими деструктивни промени, като същевременно е част от адаптацията на организма към физически и нервно-психични натоварвания, чрез повишаване на функционалните му възможности.

## 8. Възстановителен период

След прекратяване на всяко физическото натоварване, настъпва времеви интервал, необходим за нормализиране на изходните физиологични параметри на организма от покой, наречен *възстановителен период*. При него се попълват енергийните складове, нормализира се артериалното кръвно налягане, сърдечната честота, дихателните функции, киселинността на кръвната плазма. Усилва се синтезът на мускулни протеини, стабилизират се функциите на храносмилателната, ендокринната, отделителна система, елиминират се отпадните продукти на обмяната.

Следва т. нар. период на *суперкомпенсация (свърхвъзстановяване)*. Тази фаза се характеризира с известно презапасяване с основните енергийни източници (различни за различните видове спорт), при което те достигат по-високо ниво от изходното. Човешкото тяло е приспособим организъм, който реагира с тези

адаптационни промени в очакване на следващото натоварване. Така се преминава към по-високо функционално ниво и повишени спортни възможности, като се увеличава капацитетът на организма и потенциалът му за по-добър тренировъчен ефект.

### ВЪПРОСИ ЗА САМОПОДГОТОВКА

1. В какво се изразяват промените в организма при стартовите реакции?
2. Как се адаптира организмът в периода на вработване?
3. Какво представлява устойчивото състояние?
4. Защо настъпва умората и с какво се характеризира периодът на свръхвъзстановяване?

## ТЕМА 24. ДВИГАТЕЛНИ КАЧЕСТВА

### СЪДЪРЖАНИЕ НА ТЕМАТА

#### Основни понятия:

- ✓ Сила – определение, видове
- ✓ Морфологични промени в организма при силови натоварвания
- ✓ Развиване на двигателното качество сила
- ✓ Бързина – определение, форми на проява
- ✓ Морфологични промени в организма при скоростни натоварвания
- ✓ Развиване на двигателното качество сила
- ✓ Издръжливост – определение, видове
- ✓ Фактори за развитие на издръжливостта
- ✓ Трениране на двигателното качество издръжливост

#### 1. Сила – определение, видове

Двигателното качество *сила* се дефинира като преодоляване или противодействие на външно съпротивление чрез мускулни съкращения. Различават се следните видове сила:

##### • Абсолютна сила

Представява най-голямото съпротивление, което мускулът може да преодолее при своето съкращение без да се разтегне или скъса. Абсолютната сила е различна при отделните спортисти и дава индивидуална представа за техните възможности.

##### • Специфична сила

Определя силата на единица сечение от физиологичния напречник на мускула (мисленото сечение през съставлящите го влакна). Така може да се сравняват силовите параметри на квадратен сантиметър от сечението на мускули при различни категории и при различни спортове.

##### • Относителна сила

Този параметър се получава като разделим абсолютната сила на, килограмите на спортиста. Така в индивидуалните спортове се определят тегловите категории, като база за сравнение на постиженията.

##### • Динамична (експлозивна, взривна) сила

Максималното усилие, което може да развие даден мускул за възможно най-кратко време (скоковете и хвърлянията в леката атлетика, стартови ускорения, отскоци в спортните игри, ударите в бокса, динамичните схватки в борбата, изхвърлянето на щанга, спортната гимнастика и др.).

#### 2. Морфологични промени в организма при силови натоварвания

При развитието на двигателното качество сила в организма настъпват определени морфологични (структурни) промени. В *опорно-двигателния апарат* се наблюдава хипертрофия (покачване на обема) на мускулните клетки, за сметка на повишаване на съкратителните белтъци и енерго-източниците (Фиг. 11.1.). Натрупва се мускулна маса, под влиянието на увеличената секреция на някои хормони. Нараства процентът на белите (бързи) влакна. Повишава се здравината и еластичността на ставните капсули и връзки.



Фиг. 24.1. Промени в опорно-двигателния апарат

### 3. Развиване на двигателното качество сила

Базира се както на изграждането на правилна тренировъчна програма, така и на индивидуалните особености на спортиста. За целта се изисква ясно схващане на ефекта от натоварването върху системите за енергийна доставка в човешкото тяло. На тази основа се прилага както стандартна силова тренировка (вдигане на тежести), така и работа на тренажори с вариабилна скорост и съпротивление на натоварването. Важен момент е режимът на хранене и употребата на някои хранителни добавки. В треньорската работа трябва да се изтъква вредата от прилагането на биоанаболни допинг-средства в силовата тренировка.

### 4. Бързина – определение, форми на проява

Двигателното качество бързина представлява способността за придвижване в пространството за максимално кратък период от време. Формите на проява на бързина са:

- *Време на реакция*

Представлява интервалът от възникване на импулс в моторните корови центрове до началото на мускулната контракция.

- *Скорост на отделното движение*

Например определяне скоростта на придвижване на крайник в пространството (Фиг 11.2.).



Фиг 24.2. Скорост на движение на горни крайници

- Честота на движенията - техният брой за единица време

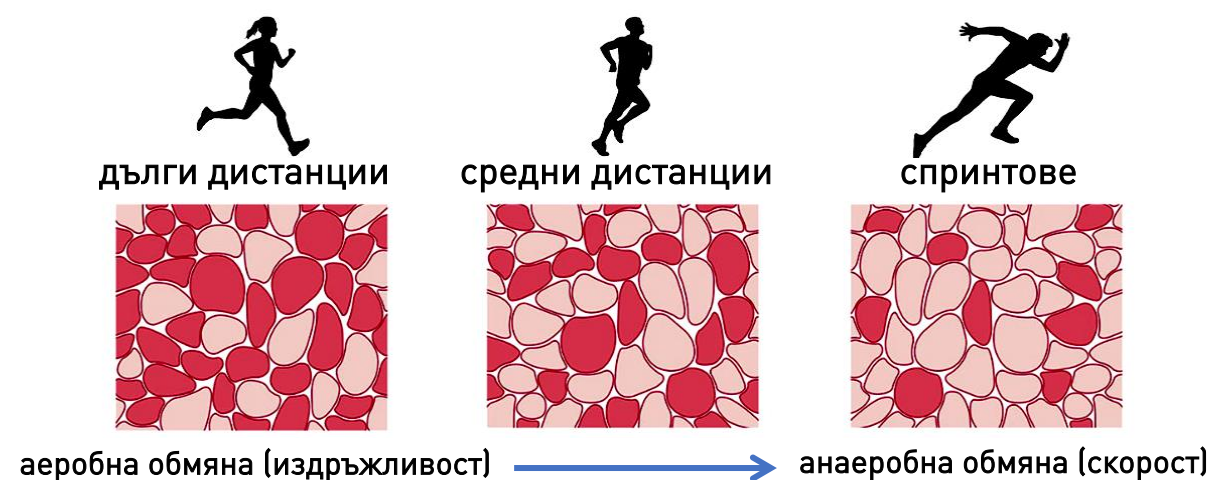
## 5. Морфологични промени в организма при скоростни натоварвания

Морфологичните промени в организма се свързват с наличието на бързи (бели) мускулни влакна с анаеробен механизъм на енерго-осигуряване. Наблюдава се и висока възбудимост и подвижност на процесите в централната нервна система, свързани с координацията на движенията. Биохимични предпоставки са високото съдържание на макроергичните съединения АТФ (аденозинтрифосфат) и КФ (креатинфосфат) в мускулната тъкан.

## 6. Развиване на двигателното качество бързина

Развиването на качеството бързина се осъществява посредством динамични, циклични натоварвания с максимална, или близка до максималната скорост (интервален метод на тренировка). Всяко повторно натоварване трябва да попада във фазата на свръхвъзстановяване от предходното.

В тренировката практика се използват спринтови техники (Фиг 11.3.), които трябва да се репетират на бавна скорост, а после да се трансформират в такива с максимална. Стимулацията, възбуждането и точният порядък на активиране на миофибрилите, правят възможно достигането на висока честота на движенията. Комплексът от координация и темпо, при съкращаването на отделните мускулни групи, стои в основата на развитието на бързината. Счита се, че най-подходяща за развитие на бързината е възрастта 11-14 години.



Фиг 24.3. Дистанции и вид мускулни влакна за развитие на бързина и издръжливост

## 7. Издръжливост – определение, видове

Двигателното качество издръжливост се изразява в способността за извършване на определена по обем работа, максимално продължителен период от време. То отразява способността спортиста да запази за дълго своята работоспособност, без да снижи нейната ефективност - пряка връзка с времето за настъпване на умората.

Видовете (формите) на издръжливост са:

- ✓ Обща издръжливост

Общата издръжливост е способността на спортиста да изпълнява продължителни натоварвания с умерена интензивност и ангажиране на голяма част от мускулния апарат (поне на 1/6 или над 15%). Тя оказва положително влияние върху

специализацията, която следва да бъде развита в съответен спорт. Доминира в леката атлетика (средни и дълги бягания), плуването, гребането, спортните игри, единоборствата, колоезденето и др.

✓ **Специална издръжливост**

Специалната издръжливост характеризира продължителността и ефективността на специфичната работа в съответната спортна дисциплина. Тя се конкретизира по-пълно от компонентите интензивност – скорост и величина на съпротивлението. Специалната издръжливост бива няколко вида.

✓ **Скоростна издръжливост**

Отразява способността за поддържане висока скорост на придвижване, продължителен период от време. Проявява се главно в цикличните спортове с максимална, субмаксимална и голяма интензивност. Скоростната издръжливост е специфична за: 200, 400, 800, 1500 м. в леката атлетика, плуване – 200, 400, 800 м.; кънки бягания – 1000 м.; спортни игри – баскетбол, футбол, хокей на лед, хандбал, водна топка; спортните единоборства и др.

✓ **Силова издръжливост**

Онова максимално (сумарно) значение на силата, което може да развие определен мускул за сметка на голям брой непределни напрежения. Характеризира се с добри възможности за продължителна работа с динамично- и статично- силов характер. Среща се при спортове като гребане, спортна гимнастика, ски бягане, спортни единоборства, кану-каяк, плуване (400 м, 800 м, 1500 м), лека атлетика (5000 и 10000 м), ски бягане, шосейно колоездене и др.

✓ **Скоростно-силова издръжливост**

Смесена - висока скорост на движенията осъществявани с голяма сила. Определя се от еднаквите значения на съпротивление и скорост. Характерна е за всички бойни спортове, спортни игри, а също при бокс, колоездене, гребане и др.)

## **8. Фактори за развитие на издръжливостта**

Основни фактори за развиване на издръжливостта са наличието на повече червени (бавни) мускулни влакна (Фиг 11.3.), оптимално аеробно оползотворяване на енерго-източниците, висока максимална кислородна консумация (усвоен  $O_2$  за минута), увеличена капиляризация (кръвоносна мрежа) на работещата мускулатура и др. Специално внимание се отдава на осъзнатата мотивационна нагласа за системна и тежка тренировъчна и състезателна дейност.

## **9. Трениране на двигателното качество издръжливост**

Издръжливостта се тренира както с различни видове аеробна тренировка, така и някои скоростни и интервални методи, в зависимост от поставената цел. Най-интензивната тренировъчна форма е тази с повторения, при която се подобряват скоростните качества и се икономизира метаболизма (обмяната на веществата в организма).

## **ВЪПРОСИ ЗА САМОПОДГОТОВКА**

1. Видове сила и морфологични промени в организма при тренирането ѝ.
2. Кой са формите на бързина и как се развива качеството?
3. В какво се изразява двигателното качество издръжливост и колко вида издръжливост познаваме?

## ТЕСТ № 1

НАПРЕЧНОНАБРАЗДЕНА МУСКУЛНА ТЪКАН. МОРФОЛОГИЯ НА НАПРЕЧНОНАБРАЗДЕНАТА МУСКУЛНА ТЪКАН – МИОФИБРА, САРКОМЕР, НЕРВНО-МУСКУЛЕН СИНАПС. МЕХАНИЗЪМ НА МУСКУЛНОТО СЪКРАЩЕНИЕ – ФАЗИ. ТИПОВЕ МУСКУЛНИ ВЛАКНА. ВИДОВЕ МУСКУЛНИ СЪКРАЩЕНИЯ

## ВЪПРОСИ ОТ РАВНИЩЕ „ЗНАНИЕ“

1. Посочете в кой ред са изброени само видове мускулна тъкан:

- ☐ А) плътна, хрущялна, костна
- ☐ Б) рехава, мастна, мрежеста
- ☐ В) напречнонабраздена, гладка, сърдечна

2. Отбележете основната структурна и функционална единица на мускула:

- ☐ А) мускулно вретено
- ☐ Б) мускулно влакно
- ☐ В) саркоплазма

3. Посочете коя от изброените тъкани е основна съставна част на скелетните мускули:

- ☐ А) гладка
- ☐ Б) напречнонабраздена
- ☐ В) сърдечна

4. Посочете верния отговор: Коя е най-малката структурна и функционална единица на миофибрилите?

- ☐ А) саркомер
- ☐ Б) червените мускулни влакна
- ☐ В) сухожилие

5. Посочете как се нарича мястото, където едно разклонение на аксона на моторния неврон навлиза в мускулното влакно:

- ☐ А) нервно-мускулен синапс
- ☐ Б) саркоплазма
- ☐ В) кръвни депа

6. Отбележете за коя от фазите на мускулното съкращение отговаря следната характеристика:

*„Намалява се дължината на мускула. Вмъкват се тънките актинови протофибрили между по-дебелите миозинови протофибрили към мезофрагмата“.*

- ☐ А) латентен период
- ☐ Б) съкращение
- ☐ В) проводимост

7. Посочете за кой вид мускулни влакна се отнася следната характеристика:

„Този тип мускулни влакна са добре снабдени с кръв и съдържат много миоглобин, който им придава цвета, характерен за името им. Те имат нисък праг за активиране на мотоневрона, бавна контракция и наличие на голям брой митохондрии, които съдържат ензими на окислителното фосфорилиране“.

- ☐ А) червени
- ☐ Б) бели
- ☐ В) смесени

8. Посочете за кой вид мускулно съкращение се отнася следната дефиниция:

„Двата края на мускула са фиксирани неподвижно и върху него се прилага съответно дразнене, напрежението му нараства, но дължината остава неизменна“.

- ☐ А) изотонично
- ☐ Б) изометрично
- ☐ В) отстъпателно

9. Отбележете верния отговор: При кой от изброените видове мускулни съкращения мускулната сила е по-голяма от външната  $f_m > F$ ?

- ☐ А) изотонично
- ☐ Б) изометрично
- ☐ В) отстъпателно

10. Подчертайте и напишете верните твърдения, свързани с напречноабраздената мускулна тъкан:

„Напречноабраздената мускулна тъкан изгражда мускулите на туловището, крайниците и главата. Чрез съкращението ѝ се осъществява придвижването на тялото в пространството. Съкращенията на напречноабраздената мускулна тъкан са **(А) волеви/ неволеви**. Напречноабраздената мускулна тъкан има дълги **(Б) многоядрени/ безядрени** клетки. При наблюдение с микроскоп на напречноабраздената мускулна тъкан клетките имат **(В) тъмни и светли/ дълги и къси** ивици, което се дължи на миофибрилите, откъдето е получила и името си. Тези мускулни влакна изграждат скелетните мускули и извършват **(Г) бавни/бързи** съкращения“.

- А)..... В).....  
 Б)..... Г) .....

### ВЪПРОСИ ОТ РАВНИЩЕ „РАЗБИРАНЕ“

1. Попълнете празните места в текста. *Изберете едно от посочените три предложения, което да поставите на мястото на буквите А, Б, В и Г:*

„ ... (А) .... е основната структурна и функционална единица на мускула. То има ..... (Б) ..... или цилиндрична форма. Отвън е покрито с цитоплазматична обвивка, наречена .....(В)....., която заедно с разположените в него еластинови и колагенни нишки, свързващи го със сухожилието, образува т.нар. ....(Г)..... “

- |                                       |                                       |                                            |
|---------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------------|
| А. <input type="checkbox"/> нефронът  | <input type="checkbox"/> актинът      | <input type="checkbox"/> мускулното влакно |
| Б. <input type="checkbox"/> кръгла    | <input type="checkbox"/> вретеновидна | <input type="checkbox"/> крушовидна        |
| В. <input type="checkbox"/> сарколема | <input type="checkbox"/> епикард      | <input type="checkbox"/> лимфа             |
| Г. <input type="checkbox"/> строма    | <input type="checkbox"/> систола      | <input type="checkbox"/> плевра            |

2. Попълнете празните места в текста. *Изберете едно от посочените три предложения, което да поставите на мястото на буквите А, Б, В и Г:*

„Саркомерът е изграден от успоредно въртящи се нишки, наречени ..... (А) ..... Те биват тънки, съставени от ..... (Б) ....., и дебели, съставени от..... (В)..... По време на мускулно съкращение двете мембрани, които ограничават саркомера, се приближават, като саркомерът става по- ..... (Г) ....., без това да води до промяна в дължината на протофибрилите“.

- |                                      |                                       |                                          |
|--------------------------------------|---------------------------------------|------------------------------------------|
| А. <input type="checkbox"/> арколема | <input type="checkbox"/> протофибрили | <input type="checkbox"/> неврони         |
| Б. <input type="checkbox"/> актин    | <input type="checkbox"/> тропомиозин  | <input type="checkbox"/> ацетилхолин     |
| В. <input type="checkbox"/> миозин   | <input type="checkbox"/> тропонин     | <input type="checkbox"/> тиреокалцитонин |
| Г. <input type="checkbox"/> дълъг    | <input type="checkbox"/> къс          | <input type="checkbox"/> широк           |

3. Посочете четири характеристики на нервно-мускулния синапс:

- ☐ А. най-големият синапс в човешкото тяло
- ☐ Б. в него не се извършва обработка на информация, а само провеждане на възбуждането от нервното към мускулното влакно
- ☐ В. физиологичен напречник
- ☐ Г. саморегулация на поведението
- ☐ Д. количественото съотношение между бели и червени мускулни влакна
- ☐ Е. при деполяризация на пресинаптичната мембрана се извършва екзоцитоза на голям брой везикули
- ☐ Ж. всеки възбуден постсинаптичен потенциал води до генерирането на акционен потенциал поради отварянето на голям брой натриеви и калиеви канали в сарколемата

4. Свържете типа мускулно влакно с посочените характеристики, като поставите буквата, за която смятате, че се отнася, в празното квадратче:

- |            |                                                                     |
|------------|---------------------------------------------------------------------|
| А) Червени | <input type="checkbox"/> 1) Бавни                                   |
|            | <input type="checkbox"/> 2) Изморяват се значително по-бързо        |
| Б) Бели    | <input type="checkbox"/> 3) Енергиен източник – анаеробна гликолиза |
|            | <input type="checkbox"/> 4) Аеробни пътища                          |

5. Посочете четири характеристики на белите мускулни влакна:

- ☐ А. черпят енергия главно от гликолитичните процеси
- ☐ Б. по-богати на съкратителни белтъци
- ☐ В. уморяват се по-бавно
- ☐ Г. наричат се още оксидативни
- ☐ Д. по-добре изолирани от саркоплазматичния ретикулум
- ☐ Е. съдържат много миоглобин
- ☐ Ж. свързани са с бързите мускулни съкращения

## ТЕСТ № 2

НАПРЕЧНОНАБРАЗДЕНА МУСКУЛНА ТЪКАН. МОРФОЛОГИЯ НА НАПРЕЧНОНАБРАЗДЕНАТА МУСКУЛНА ТЪКАН – МИОФИБРА, САРКОМЕР, НЕРВНО-МУСКУЛЕН СИНАПС. МЕХАНИЗЪМ НА МУСКУЛНОТО СЪКРАЩЕНИЕ – ФАЗИ. ТИПОВЕ МУСКУЛНИ ВЛАКНА. ВИДОВЕ МУСКУЛНИ СЪКРАЩЕНИЯ

11. Посочете от какво са изградени скелетните мускули:

- ☐ А) гладка мускулна тъкан
- ☐ Б) напречнонабраздена мускулна тъкан

12. Посочете какво се случва с мускула при съкращение:

- ☐ А) намалява дължината си
- ☐ Б) увеличава дължината си

13. Посочете вярно ли е, че при съкращение мускулът увеличава дебелината си:

- ☐ А) да
- ☐ Б) не

14. Всяка мускулна клетка е обвита от еластична мембрана. Посочете как се нарича тя:

- ☐ А) саркоплазма
- ☐ Б) миофибра
- ☐ В) сарколема

15. Посочете колко и какви типове биват типа мускулни влакна в зависимост от количеството на миофибрилите, саркоплазмата, миоглобина:

- ☐ А) Два типа – бели и червени
- ☐ Б) Три типа – бели, червени, смесени
- ☐ В) Четири типа – бели, червени, фазични, тонични

16. Посочете какво формират всички мускулни влакна, които се инервират от крайните окончания на един двигателен неврон:

- ☐ А) двигателна единица
- ☐ Б) нервен импулс
- ☐ В) фасция

17. Посочени са фазите на мускулното съкращение. Подредете ги в правилна последователност, като поставите цифрите от 1 до 6 във възходящ ред в празните квадратчета:

- ☐ А) Нервен импулс

- ☐ Б) Акто-миозинови мостчета
- ☐ В)  $ATP = ADP + P + E$
- ☐ Г) Освобождаване на активни центрове в актина
- ☐ Д) Освобождаване на  $Ca^{++}$
- ☐ Е) Активиране на миозина

18. Мускулната клетка може да си набавя глюкоза както по аеробен, така и по анаеробен път. Посочете къде се осъществява аеробното получаване:

- ☐ А) в митохондриите
- ☐ Б) в саркоплазмата

19. Посочете чрез какво се закрепват мускулите за костите:

- ☐ А) чрез кожата
- ☐ Б) чрез ставите
- ☐ В) чрез сухожилията

20. Посочете в кой ред са изброени фазите на мускулното съкращение:

- ☐ А) възбудимост, латентен период и проводимост
- ☐ Б) тонус и автоматизъм
- ☐ В) латентен период, съкращение и отпускане

21. Различете от какво зависи силата, която един мускул може да развие:

- ☐ А. от броя на напречните мостчета между актина и миозина
- ☐ Б. от дължината на мускула
- ☐ В. от синтеза на АТФ

22. Различете кога започва мускулното съкращение:

- ☐ А. когато се движим
- ☐ Б. когато концентрацията на калциеви йони в саркоплазмата се понижи
- ☐ В. когато концентрацията на калциеви йони в саркоплазмата се повиши

23. Различете от какво се получава енергията, необходима за приплъзването на актиновите спрямо миозиновите нишки:

- ☐ А. от разграждането на АТФ
- ☐ Б. от тренировката
- ☐ В. от ресинтеза на АТФ

24. Посочете какви видове може да бъдат мускулите според ориентацията на мускулните сночета (няколко верни отговора):

- ☐ А. вретеновиден мускул
- ☐ Б. ромбовиден мускул

- ☐ В. еднoперест мускул
- ☐ Г. трапецoвиден мускул
- ☐ Д. двуперест мускул
- ☐ Е. крушовиден мускул
- ☐ Ж. многoперест мускул

25. Посочете какви видове може да бъдат мускулите според участието си в двигателното действие *(няколко верни отговора)*:

- ☐ А. сгъвач
- ☐ Б. агонист
- ☐ В. разгъвач
- ☐ Г. синергист
- ☐ Д. антагонист
- ☐ Е. ротатор

## ЛИТЕРАТУРА

- Гаврийски В., Д. Стефанова, Е. Киселкова, К. Бичев. Физиология на спорта. НСА издателско-печатна база, София, 1996 г.
- Михайлов В. Физиология на човека. НСА прес, София, 2017 г.
- Стефанов Л. Физиология на спорта. НСА Прес, София, 2017
- Стефанов Л. Физиология на човека. НСА Прес, София, 2019