

Тъканите на човека имат предимно йонна проводимост. Тя е най-голяма за гръбначномозъчната течност и кръвната плазма и най-малка за костите и сухата кожа. Поради това електричният ток в човешкото тяло не преминава по най-късия път, а следва хода на тъканните течности в кръвоносните и лимфните съдове.

Електричният ток предизвиква в тъканите сложни биохимични и биофизични процеси. Преди всичко под действие на електричния ток се дразнят нервните окончания в кожата. Физиологичният ефект зависи от големината на тока, от продължителността на действието му, от съпротивлението на организма. Съпротивлението например между две точки на човешкото тяло варира от 10 k Ω до 100 k Ω и определя въздействието на електричния ток. Една от основните особености на нервните клетки – невроните, е тяхната способност да произвеждат електричен ток. Основна роля в този процес играе активното преминаване на йоните от външната среда в цитоплазмата и обратно. Повечето от нервните клетки получават информация във вид на електрични импулси – сигнали, които постъпват от заобикалящата ги среда по многобройните нервни влакна. Невроните, както и другите живи клетки, съдържат живо вещество – цитоплазма. В състава на цитоплазмата, наред с белтъците – основна нейна част /30%-50%/ , влизат още: вода / 70% - 84% / и различни химични елементи, едни от които са с положителен електрически заряд, а други – с отрицателен. Под тяхно влияние в нервните клетки се извършват биохимични и биофизични процеси. Основните свойства на тези клетки са възбудимост и проводимост. Възбудимостта възниква под действието на различни дразнители. Например действието на електричен ток върху нервната клетка предизвиква възбуждане в нейната цитоплазма. Химичните вещества също възбуждат цитоплазмата на нервните клетки.

Когато нервната клетка е възбудена, проницаемостта ѝ се изменя. В нея сякаш се разтварят “врати” за натрия. Потокът от натриеви йони към вътрешността на клетката постепенно се увеличава, поради което се натрупват положителни заряди и в този участък мембраната се зарежда отвътре положително и в него възниква потенциал на действие. Почти веднага след като се промени проницаемостта на мембраната за натрий, в нея се отварят и други “врати” – калиеви. През тях се извършва интензивно и бързо преминаване на калиевите йони от клетката навън, в резултат на което мембраната отвътре отново се зарежда отрицателно. Намалването на проницаемостта на мембраната на клетката за калий води до възстановяване на потенциала на покой в този участък.

В резултат на промяната в потенциалите в нервното влакно възниква електричен ток между възбудения участък и участъкът, който се намира в покой.

Интензивният поток на натриеви йони към вътрешността на мускулната клетка води до поява на биоток – нервен импулс, който се разпространява по мускулното влакно и предизвиква неговото съкращаване. Процесът на предаване на възбудането в централната нервна система от един неврон на друг се извършва едновременно в множество синапси, разположени по повърхността на нервните клетки.

Физиологичното действие на електричния ток върху човешкия организъм зависи от големината на тока, протичащ през него. Ако тя е по-малка от 0,01 А, човек не усеща нищо или усеща съвсем леко изтръпване на допряната до проводника част от тялото. При ток с големина 0,02 А усещането е болезнено, ръката, докоснала проводника, се свива без наше участие и хваща здраво проводника. При ток с големина 0,03 А дишането се нарушава, а при 0,07 А – силно затруднява. Токът с големина над 0,1 А убива човека поради мускулни спазми на тялото и сърцето.

Правила за безопасност при работа с електричен ток:

- Всички електрически уреди, захранвани от мрежата, да притежават метален корпус, занулен чрез щепсел – контакт от системата “шuko”;
- Съединителните проводници и изолиращите части на всички уреди да притежават добра, ненарушена изолация;
- Включването на уредите към източника на ЕДН да става само с една ръка, като се опираме само до изолираните части;
- Да не се допуска допирането до оголени токоносещи части, когато са под напрежение;
- При работа с електричен ток винаги да се стои върху сух под, който е добре изолиран от земята.

Трябва да се има предвид, че чешмяната и минералната вода са добри проводници на електричния ток, поради съдържащите се в тях соли, които ги превръщат в електролити. Известни са редица нещастни случаи с къпещи се хора, които влизат в съприкосновение с работещи електрически уреди /осветителни и отоплителни тела/ и др. Токът преминава по всякаква мокра повърхност и дори през наситен с водни пари въздух.

Принципът на електрофорезата или йонофорезата е внасянето на лекарства в организма чрез електричен ток. При протичане на електричен ток йоните на лекарството проникват през кожата. По-често се използва поставянето на тампон с лекарство под единия електрод. Използва се ток с големина 40-50 mA при напрежение 15-20 V. Лекарството, внесено по този начин в организма, не се разрушава, по-дълго се задържа в тъканите, постепенно влиза в кръвообращението.

Наличието на йони във въздуха има своето въздействие върху живите организми. Наличието на постоянен брой леки йони, който се определя от естествените йонизиращи причини /космически лъчи, ултравиолетова светлина, радиоактивни вещества в земната кора и др./ са физичен фактор на средата. Леките аеройони са комплекси от йони и поляризирани молекули около тях. При нормални условия в единица обем въздух се образуват около 1000 двойки такива комплекси. При наличие на прах и водни пари леките йони могат да се отлагат върху тях, при което се получават тежки йони. Установено е, че леките аеройони и особено отрицателните йони действат благотворно върху живите организми, а тежките йони, особено положителните, имат вредно действие. Ясно е, че замърсяването на въздуха е вредно и поради възможността да се получават повече тежки йони. Такава въздушна среда води до главоболие, затруднено дишане, раздразнение на слизестата обвивка и др. С това трябва да се съобразяват всички пушачи

Известно е, че пчелите са с висока чувствителност към промените на електричното поле. Колкото и невероятно да изглежда, те носят върху себе си малък отрицателен заряд. Той се сменя с положителен при завръщането им в кошера. Поведението и продуктивността на пчелите се променят значително, когато кошерите са разположени в близост до източници на високо напрежение /далекопроводи и др./. В такива случаи пчелите показват необичайна дразнимост и патологична склонност към роене.

Млади плъхове, подложени на електрично променливо поле от 100 kV/кв.м. в

продължение на 1 година, показват намалена активност и с 30 % по-малък брой левкоцити. Когато на животните е предоставена възможност да избират обикновени клетки и такива, в които е приложено електрично поле, те без изключение избират клетки без електрично поле.

Електричните полета, които се създават от различните живи организми са от значение за осигуряване на условия за тяхното съществуване, например риби, птици, насекоми. Някои представители на животинския свят имат изключителна чувствителност към измененията на електричните полета. Те реагират на изменения на интензитета на електричното поле дори, когато са от порядъка на $\mu\text{V}/\text{cm}$. Тази голяма чувствителност им е нужна в търсенето на храна, ориентирането в непрозрачни среди, движението в стадото и др.

Общо свойство на всички живи клетки е наличието на асиметрично разпределение на положителните и отрицателните заряди, които образуват двоен слой от едната и от другата страна на клетъчната мембрана. По повърхността на клетката преобладават положителните заряди, а вътре в нея – отрицателните. Разликата в потенциалите на вътрешната и външната страна не превишава 100 mV. При възбуждане /дразнене/ проницаемостта се променя. Това води до изменения в разпределението на електричните заряди, които продължават няколко хилядни от секундата и тяхната съвкупност образува потенциала за действие.

Електрическите органи на повече от 300 вида риби представляват видоизменени мускулни клетки, които са сплеснати като пластинки и са подредени подобно на клетките в суха батерия.

Установено е, че енергията на електричния импулс винаги възниква благодарение на участието на гликогена в окислителните реакции. Известно е, че химическата енергия в мускулите, определяща се при окисляването на гликогена, след цяла серия от междинни реакции се трансформира в механична енергия. По същия начин химическата енергия в електрическия орган се превръща в електрична.

□

живи източници на електрически ток

дължина

/м/

тегло

/кг/

произведено напрежение /V/

1

ел. змиорка

3

25

600

2

ел. сом

1

20

350

3

ел. скат

2

100

220

4

морски звездоброец

0,55

950

50

Освен тези риби има и други слабоелектрически: обикновен черноморски скат мормирус, гимнархус и др., които произвеждат ток с напрежение от 2 до 6V. Произведеният от тези риби ток е средство за защита и нападение, както и за намиране на партньор, а гимнархусът използва електрическия си орган и като радиолокатор. Рибите използват електрични импулси за сигнализация, за навигация, за парализиране на жертвите си, при отбрана, при търсене на брачен партньор, за ориентиране дали са в солени или в сладки води.

В продължение на много години като биологични индикатори за определяне степента на чистота на водата са използвани сребрилата каракуда и пъстървата. Ако във водата се появят замърсители /в значителни концентрации/, рибите умират и изплуват на повърхността. Естествено по този начин не е възможно да се получат точни резултати и да се узнае какво е съдържанието на вредните примеси във водата. Сега за такива цели в Германия експериментират с други видове риби. Положителни резултати са получени в опитите с рибата слонче /мормирус/, която обитава водоемите на Африка. Характерно за нея е, че излъчва електрични импулси. Тези риби имат способността да изпращат електричните сигнали, чиято честота се мени в зависимост от степента на водното замърсяване. По краищата на резервоарите, където са пуснати мормирусите, са поставени електроди, които улавят импулси с напрежение до 0,08 V. Тези сигнали непрекъснато се регистрират и се усилват от специални контролиращи уреди. Обикновено рибите изпускат 80-100 електрични импулса всяка минута. Когато честотата на импулсите спадне под критичното равнище, се задейства сигнал за тревога и подаването на водата във водоснабдителната мрежа се прекратява.

Доказано е, че много дървета “носят” електрически заряди, които могат да предават на предмети, доближаващи се до тях. Потвърдени са фактите, че дъбът и брезата излъчват заряди, влияещи благотворно на по-голяма част от хората, докато плътното допиране до топола и трепетлика може да доведе до отпадналост, главоболие и цялостно влошаване на общото моментно състояние.

В качеството на проводник може да се използва стебло на традесканция. Включването във веригата става с ъглови електроди, протичането на тока се фиксира по показанията на галванометър. Ако се постави магнитна стрелка в близост до стъблото, може да се наблюдава отклонението ѝ. Това дава възможност да се подчертае сходството на тока в телата на живата природа с тока в електролити.

Биоелектричество Електрични характеристики на човешкото тяло