

Міністерство освіти і науки України  
Полтавський державний педагогічний університет  
імені В.Г. Короленка

Кафедра медико-біологічних основ  
фізичного виховання

Підлужна С.А.

**Структурна перебудова м'язової системи  
під впливом фізичних навантажень**

Методичний посібник

Полтава 2003

УДК 796 : 572.7 ( 073)

Підлужна С.А.

Полтава 2003, стор.

У посібнику дана загальна характеристика м'язової системи людини, описані основні види і групи м'язів. Вказані зміни, які виникають у м'язах при статичних і динамічних навантаженнях різної інтенсивності. Визначені фактори, що сприяють перевтомі м'язів, їх пошкодженню.

Рецензент: д.м.н. Шерстюк О.О., УМСА

Коректор: О.В. Підлужна

Затверджено вченою радою ПДПУ ім. В.Г. Короленка  
Протокол № від

## Загальна характеристика м'язів

М'язи – активна частина рухового апарата. Завдяки їм можливі: усі різноманітні рухи між ланками скелета(тулубом, головою, кінцівками), пересування тіла людини у просторі(ходьба, біг, стрибки, обертання тощо), фіксація певних частин тіла у просторі, зокрема збереження вертикального положення тіла.

У тілі людини налічується близько 600 м'язів. Більшість з них парні і розташовуються симетрично з обох боків тіла людини. М'язи складають: у чоловіків – 42% ваги тіла, у жінок – 35%, у похилому віці 30%, у спортсменів 45-52%. Понад 50% ваги усіх м'язів розташовано на нижніх кінцівках; 25-30% на верхніх кінцівках і, нарешті, 20-25% - в ділянці тулуба і голови. Ступінь розвитку мускулатури у різних людей неоднаковий. Він залежить від особливостей конституції, статі, професії та інших факторів. У спортсменів ступінь розвитку мускулатури визначається не тільки характером рухової діяльності. Систематичні фізичні навантаження призводять до структурної перебудови м'язів, збільшення їх ваги та об'єму. Цей процес перебудови м'язів під впливом фізичного навантаження отримав назву **функціональної гіпертрофії**.

Скелетні м'язи людини зазнали глибоких змін в процесі антропогенезу, у зв'язку з прямоходінням, здатністю до праці і членороздільного мовлення.

Основними структурними елементами скелетного м'яза є поперечносмугасті м'язові волокна, які здатні скорочуватись і розслаблюватись. М'язові волокна обмежені пухкою сполучнотканинною оболонкою – ендомізієм. Волокна зібрані у пучки, які обмежені внутрішнім перимізієм. Пухка сполучна тканина, яка вкриває весь м'яз, називається зовнішнім перимізієм. Внутрішньом'язова сполучна тканина виконує функцію опори. У ній розгалужуються кровоносні капіляри, які живлять м'язові волокна, а також рухові, чутливі і

симпатичні нервові волокна, завдяки яким відбувається скорочення м'яза, регуляція його роботи.

Довжина м'язових волокон коливається від декількох міліметрів до 12.5см, товщина від 9 до 100 мкм. Довжина і діаметр м'язового волокна в цілому пропорційні величині цілого м'яза.

М'язові волокна являють собою симпластичні багатоядерні утворення. Паличкоподібні ядра витягнуті у довжину і розташовані по периферії волокна. Більша частина цитоплазми м'язового волокна зайнята міофібрилами, які утворюють скоротний апарат м'яза.

М'язові волокна неоднорідні за своєю структурою. Майже кожен м'яз має волокна двох типів – червоні і білі. Червоні волокна мають менший діаметр, багатші на саркоплазму, міофібрили в них зібрані групами. Темно-червоний колір цих волокон обумовлений великим вмістом міоглобіну. Скорочуються вони повільно і тривалий час знаходяться у скороченому стані. Це м'язи I типу, тонічні. Білі волокна (II тип, тетанічні) мають великий діаметр, вони бідні на саркоплазму, мають багато міофібрил, мало міоглобіну. Ці волокна скорочуються швидко, але короткочасно. Наявність двох типів волокон забезпечує м'язу поєднання швидкості скорочення із здатністю розвивати тривалі напруження. В залежності від функцій м'яза у ньому переважають ті чи інші волокна.

Старовинні анатоми вважали, що довгі мускули подібні за формою до миші, і тому визначають у них головку, черевце і хвіст. Від голівки і хвоста відходять сухожилки, якими м'яз прикріплюється до кісток або фасцій.

## **Класифікація м'язів**

В основу класифікації м'язів покладений функціональний принцип, оскільки величина, форма, напрямок м'язових

волокон, розташування м'яза залежать від функції, яку він виконує, і роботи, яку він здійснює.

За **формою** м'язи поділяють на довгі, короткі, широкі. У довгих м'язах поздовжній розмір превалює над поперечним. Вони завжди скорочуються повністю, мають незначну площу прикріплення до кісток, розташовані переважно на кінцівках і забезпечують значну амплітуду їх рухів.

У коротких м'язах поздовжній розмір більший за поперечний не набагато. Вони зустрічаються на тих ділянках тіла, де розмах рухів невеликий (наприклад, між хребцями)

Широкі м'язи знаходяться переважно в ділянці тулуба і поясів кінцівок. Ці м'язи мають пучки м'язових волокон, які ідуть у різних напрямках і мають значну площу прикріплення до кісток. На відміну від інших м'язів вони виконують не лише рухову функцію, а також функцію опори і захисту.

За **направленням волокон** виділяють м'язи із паралельними волокнами, поперечними і косими.

М'язи, які мають колові волокна, розташовуються навколо отворів і при скороченні звужують їх. Ці м'язи називаються стискачами або сфінктерами.

М'язи скелета мають різну складність будови. М'язи з одним черевцем і двома сухожилками – це прості м'язи. Складні м'язи на відміну від них мають два, три або чотири черевця, які називаються голівками, і кілька сухожилків.

За **розташуванням у тілі** людини м'язи поділяються на поверхневі, глибокі, зовнішні, внутрішні, медіальні і латеральні.

Виконуючи чисельні функції, м'язи працюють погоджено і утворюють функціональні робочі групи. М'язи включаються у функціональні групи за направленням рухів у суглобі, за направленням рухів частини тіла, за зміною об'єму порожнини і за зміною розміру отвору. При рухах кінцівок та їх ланок виділяються **функціональні групи м'язів** - ті, які згинають, розгинають, відводять, приводять, пронують і

супінують. При рухах тулуба розрізняють функціональні групи м'язів – ті, які згинають і розгинають, нахиляють праворуч або ліворуч, скручують направо або наліво. По відношенню до руху окремих частин тіла виділяють функціональні групи м'язів, які піднімають і опускають, здійснюють рухи вперед і назад; за зміною об'єму порожнини – функціональні групи, які збільшують, наприклад, грудний або черевний тиск або зменшують його; за зміною розміру отвору – ті, які звужують і розширюють його.

М'язи, що виконують однакові рухи, називаються **синергістами**, а ті, що виконують різні за напрямком рухи, – **антагоністами**.

П.Ф. Лесгафт усі м'язи поділяв на два типи: **сильні** та **спритні**. Цей розподіл залежить від структури м'язів і способу їх прикріплення до кісток, що визначає характер їхньої дії. П.Ф. Лесгафт писав: “М'язи, переважно сильні, починаються й прикріплюються до великих поверхонь, віддаляючись у зв'язку зі збільшенням поверхні прикріплення від опори важеля, на який вони діють, вони можуть розвивати досить велику силу при незначному напруженні, тому не так швидко стомлюються. Сильні м'язи діють переважно всією своєю масою й не можуть здійснювати дрібних відтінків при рухах; силу свою вони виявляють з відносно малою швидкістю й складаються частіше з коротких м'язових волокон. М'язи другого типу вирізняються спритністю у своїх діях, починаються й прикріплюються до невеликих поверхонь, близько до опори важеля, на який діють. Вони працюють з великим напруженням, швидше стомлюються, складаються частіше з довгих волокон і можуть діяти окремими своїми частинами, виявляючи різні відтінки рухів. Ці м'язи головним чином виконують спритні рухи.” До сильних належать, наприклад, м'язи – розгинаючі хребта, чотириголовий м'яз стегна та ін., а спритні – це, наприклад, мімічні м'язи обличчя.

**Сильні м'язи** мають багато кровоносних судин і м'язового пігменту(міоглобіну), їхній колір темно-червоний, завдяки чому їх називають червоними. Під час роботи вони виявляють велику силу за незначного напруження й довго можуть працювати без втоми. Швидкість і розмах рухів при їх скороченні незначні. Ці м'язи виконують статичну роботу, вони утримують тіло в необхідному положенні(наприклад, вертикальному).

**Спритні м'язи**, за Лесгафтом, характеризуються довгими паралельно розташованими волокнами. Вони менше забезпечені кровоносними судинами й бідніші на гемоглобін, а тому їх називають білими м'язами. Ці м'язи активно скорочуються, працюють із значним напруженням, швидко стомлюються, але можуть робити ряд дрібних, тонких операцій, на що не здатні сильні м'язи.

Сила м'язів залежить від кількості їхніх волокон: чим їх більше, тим сильнішим є м'яз. Крім того, на силу м'яза впливає напрямок його волокон. Сила дії м'яза тим більша, чим далі розташоване місце його прикріплення від осі суглоба, на якій він діє, тобто чим довшим є плече важеля.

### **Структурні зміни м'язової тканини**

Численні дослідження показали великі адаптативні можливості скелетних м'язів. Під впливом тренувань у м'язах відбуваються глибокі зміни, в яких головну роль відіграє центральна нервова система.

Великі фізичні навантаження, характерні для сучасного спорту, висувають підвищені вимоги до всіх систем організму, зокрема до скелетних м'язів.

Вивчення змін, які відбуваються у м'язах під впливом різних рухових режимів на макроскопічному, мікроскопічному і субмікроскопічному рівнях, має велике теоретичне і практичне значення, бо зміни в будові м'язів відбиваються і на їхніх функціональних можливостях.

Значної перебудови зазнають мікроскопічні структури м'яза. При цьому зміни гліколітичних ферментів не відбувається, хоча вміст глікогену по завершенні тренувальних навантажень підвищувався. Спостереження за спортсменами показують, що при тривалих змаганнях запаси глікогену у м'язах виснажуються і повне відновлення запасу глікогену відбувається лише за дві доби, причому у волокнах II типу(тетанічні) швидше, ніж у волокнах I типу(тонічні).

Тренувальні навантаження вибірково впливають на мікроскопічні компоненти м'язів. Так, п'ятимісячні зняття на велоергометрі по одній годині на день 4 рази на тиждень із навантаженням в 75-90% від максимального поглинання кисню збільшують вміст волокон I типу(повільних)

При помірних навантаженнях м'язи збільшуються в об'ємі, в них покращується кровопостачання, відкриваються резервні капіляри.

Під впливом систематичного тренування відбувається **робоча гіпертрофія м'язів**, яка є результатом потовщення м'язових волокон(гіпертрофії), а також збільшення їх кількості(гіперплазії). Гіперфункція м'язової системи є важливим компонентом більшості пристосувальних реакцій здорового організму і проявляється у людини при всіх видах фізичної роботи. Систематичні фізичні навантаження в процесі занять спортом призводять до того, що гіперфункція м'язів закріплюється відповідною структурною перебудовою, тобто робочою гіпертрофією. Серед морфологічних ознак, які характеризують гіпертрофію м'язів, слід виділити збільшення об'єму клітинних елементів органа. Збільшення кількості м'язових волокон не є обов'язковою характеристикою гіпертрофії м'язів, хоча часто супроводжує її.

Гіпертрофія м'язів при підвищених фізичних навантаженнях розвивається як наслідок їх гіперфункції. У процесі пристосувальних реакцій відбуваються морфологічні



перетворення на різних рівнях структурної організації скелетних м'язів: органному клітинному, і субклітинному. Збільшення інтенсивності скорочення м'язів закономірно призводить до активізації процесів енергоутворення і синтезу білка. Слідом за активізацією синтезу енергоутворюючих структур ( мітохондрій ) збільшується синтез білка і маса міофібрил. В цілому збільшення маси м'язової тканини призводить до того, що підвищена функціональна активність м'язів приходить у відповідність з їхньою структурою. Морфологічно це виражається у збільшенні розмірів м'язових волокон. Потовщення м'язових волокон супроводжується збільшенням у них ядер, міофібрил. Збільшення кількості м'язових волокон відбувається трьома шляхами: завдяки розщепленню гіпертрофованих волокон на два-три і більше тонких виростань нових м'язових волокон із м'язових бруньок, а також формування м'язових волокон із клітин сателітів, які перетворюються у міобласти, а потім у м'язові трубочки. Розщепленню м'язових волокон передують перебудова їх моторної іннервації, в наслідок того на гіпертрофованих волокнах формуються одно-два додаткові моторні нервові закінчення. Завдяки цьому після розщеплення кожне нове м'язове волокно має власну моторну іннервацію. Кровопостачання нових волокон здійснюється новоствореними капілярами, які проникають у щілини повздовжнього ділення. М'язова діяльність активізує кровоток у вигляді робочої гіперемії. На першому етапі відбувається розкриття резервних шляхів кровотоку, на другому етапі в умовах підвищеного внутрішньом'язового тиску судини стискаються. Тонус судинної стінки знижується, що сприяє збереженню робочої гіперемії. Для м'язів передпліччя людини перехід від першого етапу гіперемії до другого відбувається при виконанні 20-25% від максимального довільного зусилля.

При помірних навантаженнях спостерігається нерівномірність діаметра нервових волокон-чергування потовщень та витончень. При інтенсивних навантаженнях розростаються кінцеві закінчення нервового волокна, збільшується розмір рухових бляшок. Тривалі інтенсивні навантаження призводять до збільшення кількості нервових закінчень ( бляшок ) на одне м'язове волокно. Надмірні навантаження викликають стан охоронного гальмування. Частина нервових гілочок, що ідуть до м'язового волокна, руйнується, розміри рухових бляшок зменшується. Це характерно для стану перетренованості. При ознаках хронічної перевтоми одночасно із виникненням нових м'язових волокон відбувається розпад і загибель м'язових волокон, які вже утворилися. Важливе практичне значення при перетренованості має руховий режим. П.З.Гудзь встановив, що гіподинамія негативно впливає на м'язи. При поступовому зменшенні навантажень небажаних явищ у м'язах не виникає.

### **Перебудова м'язів під впливом статичних і динамічних навантажень**

Відомо, що спортивне тренування збільшує силу м'язів, еластичність, характер прояву сили та інші їхні функціональні якості. Разом з тим інколи незважаючи на регулярні тренування, сила м'язів починає знижуватись, і спортсмен не може навіть повторити свій попередній результат. Тому дуже важливо знати, які зміни відбуваються у м'язах під впливом фізичного навантаження, який руховий режим рекомендувати спортсмену; чи повинен спортсмен мати повний спокій (адинамію ), перерву в тренувальному процесі, або мінімальний об'єм рухів ( гіподинамію ) або проводити тренування з поступовим зменшенням навантаження.

Зміни у м'язах під впливом навантажень переважно статичного характеру відрізняються від змін під впливом навантажень динамічного характеру.

При статичних навантаженнях поряд із збільшенням об'єму м'язів збільшується поверхня їх прикріплення до кісток, подовжується сухожилкова частина, збільшуються сполучнотканинні прошарки ендомізія у м'язах. При мікроскопічному дослідженні спостерігається збільшення трофічного апарата м'язового волокна ( саркоплазми, ядер, мітохондрій ). У зв'язку із збільшенням кількості саркоплазми кожне окреме м'язове волокно потовщується, численні ядра набувають округлої форми. Скоротний апарат м'язового волокна ( міофібрили ) розвинутий відносно менше. Міофібрили у м'язовому волокні розташовані не щільно, тривале скорочення м'язових пучків утруднює внутрішньоорганний кровообіг, посилено розвивається капілярна сітка, яка стає вузькопетлистою, з неоднаковим просвітом.

При навантаженнях переважно динамічного характеру, вага і об'єм м'язів також збільшується, але менше, ніж при статичних навантаженнях. У м'язах відбувається подовження м'язової частини, і вкороченні сухожилкової. м'язові волокна частіше розташовуються майже паралельно поздовжній осі м'яза. Кількість міофібрил у поперечносмугастих м'язових волокнах збільшується. Ядра видовжуються, їх стає дещо більше; кількість саркоплазми зменшується.

Чергування скорочень і розслаблень м'яза не порушує кровообіг у ньому, кількість капілярів збільшується, їхній хід лишається прямолінійним.

Кількість нервових волокон у м'язах, які виконують переважно динамічну функцію, в 4-5 разів більша, ніж у м'язах, що виконують статичну функцію. Рухові бляшки витягуються вздовж волокна, контакт бляшок із м'язом

збільшується, що забезпечує краще надходження імпульсів до м'яза.

При динамічних навантаженнях ( біг, плавання ) волокна 1 типу зазнають більшого потовщення, ніж волокна 2 типу. Це пояснюється гіршою забезпеченістю цих волокон кровоносними капілярами.

### **Особливості перебудови скелетних м'язів під впливом фізичних навантажень різної інтенсивності**

При систематичних помірних фізичних навантаженнях м'язи збільшуються за розмірами, стають щільнішими, пружними. Окремі м'язові волокна гіпертрофуються. Збільшення об'єма м'язів відбувається не лише завдяки збільшенню розмірів м'язових волокон, але і завдяки збільшенню їх кількості.

Гіпертрофія проявляється не в процесі вправ, а в послідуєчому відновлювальному періоді. Однак відносно менша кількість рухів, яка виконується важкоатлетом на тренуванні із максимальною силою, краще сприяє потовщенню м'язів, ніж більша кількість рухів легкоатлета-марафонця, що виконується із незначним м'язовим зусиллям. У останнього між окремими м'язовими зусиллями ( до того ж із незначним напруженням ), відсутній необхідний період часу для відновних процесів, і самі ці процеси не обумовлені величиною біологічного подразника ( в даному випадку силою м'язового напруження ), фізичні навантаження на витривалість сприяють формуванню тонких м'язів із малим вмістом води і жиру. Швидкісно-силові вправи сприяють формуванню добре вираженого м'яза з еластичною тканиною. Для якості швидкості велике значення має сила, з якою скорочується м'яз і, крім того, здатність його до розтягування, що дозволяє повністю використувувати його довжину. Якості швидкості, сили і витривалості м'яза покращується у процесі фізичних вправ у певному поєднанні і у взаємозалежності.

Якщо м'яз тренується переважно на розвиток якості сили, то він меншою мірою здатний швидко скорочуватись і недостатньо витривалий. І навпаки, висока витривалість м'яза до тривалої роботи досягається значною мірою за рахунок якості швидкості і особливо сили. Тому з метою гармонічного фізичного розвитку необхідно рівномірно тренувати ці три якості ( швидкість, сила, витривалість ) ще до вузької спеціалізації в якомусь певному виді спорту. Однак слід відзначити, що більшість спортсменів обирає для себе зазвичай той вид спорту, який більшою мірою відповідає їхній статурі і фізичним даним.

Особливості спортивної діяльності, переважна участь в ній тих чи інших м'язових груп визначають топографію розподілення м'язової сили спортсменів, тобто співвідношення характеристик сили в окремих м'язах і м'язових групах. При цьому спортсмени за силою м'язів безперечно переважають тих, хто не займається спортом систематично.

Різні види спортивної діяльності висувають особливі вимоги до певних груп м'язів, які виконують характерну для даного виду спорту роботу. Тому у спортсменів різних спеціалізацій спостерігається неоднаковий розвиток скелетних м'язів, а відповідно – їх силових якостей.

У спортсменів сила згинання стопи відносно більша, ніж у не спортсменів. Особливо високій цей показник у велосипедистів, хокеїстів. У хокеїстів показники сили м'язів згиначів стопи складають 187 кг, у велосипедистів – 176 кг, у гандболістів – 146 кг.

Сила м'язів-розгиначів тулуба у гандболістів дорівнює 184 кг, у хокеїстів – 177 кг, а у велосипедистів – 149 кг.

У показниках сили м'язів верхніх кінцівок очевидну перевагу мають спортсмени, які спеціалізуються у хокеї, у порівнянні з лижниками-гонщиками і велосипедистами.

У силі м'язів-згиначів плеча помітна перевага лижників над гандболістами, хокеїстами і велосипедистами. Досить чіткі різниці спостерігаються в силі м'язів-розгиначів плеча: кращий показник у хокеїстів (73 кг), дещо гірший у гандболістів (69 кг), у лижників (60 кг) і велосипедистів (57 кг). У не спортсменів цей показник складає всього 48 кг.

Проте одна важлива ознака об'єднує спортсменів: сила м'язів-розгиначів вища, ніж згиначів. Так, у борців сумарна сила м'язів-розгиначів кінцівок і тулуба у 2.5 рази переважає силу згиначів. Для плеча і передпліччя відношення сили цих м'язів приблизно рівне (1: 1.1 – 1.5), для тулуба відношення 1: 3.4 – 3.5; для стегна і гомілки – 1 : 6, для стопи – 1 : 4.

### **Порушення рухового режиму**

Велике практичне значення має наукове обґрунтування рухових режимів, сприятливих для м'язової системи як у звичайних умовах, так і в стані перетренованості після максимальних і субмаксимальних навантажень.

Під час хронічної перевтоми гіподинамія негативно впливає на відновлення функціональних властивостей м'язів.

Після значних фізичних навантажень повинен бути період відпочинку, достатній для відновлювальних процесів у м'язах. У разі відсутності відпочинку в організмі розвивається хронічна перевтома або перетренованість. Морфологічні зміни у м'язах при хронічній перевтомі відбуваються у двох напрямках: з одного боку спостерігається руйнування м'язових волокон, з другого – продовжує розвиватися робоча гіпертрофія м'язової тканини (в залежності від ступеня перетренованості переважають ті чи інші процеси). При розпаді м'язових волокон зменшуються контактуючі поверхні м'язових і нервових волокон. Надходження нервових імпульсів до м'яза зменшується, отже погіршуються і функціональні властивості м'язів. Капілярна сітка звужується,

у ній спостерігаються патологічні зміни. У м'язових волокнах також відбуваються патологічні перетворення: зменшується їх поздовжня і поперечна окресленість, окремі волокна зазнають дистрофії, а в деяких з них з'являються звуження. На місці зруйнованих м'язових волокон утворюється сполучна тканина.

Порушення рухового режиму, пов'язане із перетренованістю спортсмена, супроводжується передпатологічними і патологічними змінами у м'язовій тканині.

Пошкодження м'язів при заняттях будь-яким видом спорту зустрічається досить часто. Гостре пошкодження у більшості випадів виникає при раптовому, різкому напруженні м'язів ( під час стартів, стрибків тощо ), при некоординованих рухах ( рефлексивно-захисні рухи при падінні ) та інших надмірних форсованих рухах, що перевищують фізіологічну еластичність м'язів.

Сприятливими факторами виникнення пошкоджень м'язів є рання спеціалізація спортсменів, силова підготовка з обтяженням, тривалі стереотипні асиметричні рухи із статико-динамічним навантаженням і надмірні фізичні навантаження, негативний вплив яких усугубляється у випадках, коли вони поєднуються із несприятливими умовами зовнішнього середовища: холодом, спекою, порушенням режиму. **Важливе** значення мають вогнища хронічної інфекції в організмі. Пошкодженням сприяють також непідготовленість м'язів до навантаження – не розігріті м'язи.

Повторні мікротравми, які виникають внаслідок надмірного навантаження або перевтоми, призводять до морфологічних змін у м'язовій тканині. Поступово збільшується кількість м'язових волокон, уражених дистрофічним процесом, що обумовлює розвиток хронічних пошкоджень, які в літературі називають хворобами м'язів – міопатозами.

При надмірному інтенсивному тренуванні, особливо у видах спорту, які потребують одномоментних значних напружень ( легка атлетика, гімнастика, плавання тощо ), морфологічна компенсаторна перебудова тканин може запізнюватись, і тоді виникають первинні дрібні травми, які сприяють розвитку дистрофічних процесів.

Лікування при захворюванні м'язів необхідно спрямовувати на прискорення процесів пристосування змінних тканин до функціональних вимог. При гострому пошкодженні м'язів необхідно припинити тренувальні заняття, застосовувати холод для анестезії і зменшення набряку. Необхідно накласти еластичну тугу пов'язку, а у випадках значних пошкоджень – гіпсову лонгету на 5 – 7 днів. Через 1 – 2 доби рекомендуються лікування фізичними факторами: електрофорез з новокаїну, фонофорез гідрокортизону, застосування розсмоктуючої мазі.



## **Використана література:**

1. Гладышева А.А. Анатомия человека. –М.: Физкультура и спорт. – 1977.
2. Козлов В.И., Гладышева А.А. Основы спортивной морфологии. – М.: Физкультура и спорт. - 1977.
3. Никитюк Б.А., Чтецова В.П. Морфология человека. – М.: Изд. МГУ. – 1990.
4. Тихвинский С.Б., Хрущёв С.В. Детская спортивная медицина. – М.: Медицина. – 1991.

# Зміст

1. Загальна характеристика м'язів .....	1
2. Класифікація м'язів.....	4
3. Структурні зміни м'язової тканини.....	7
4. Перебудова м'язів під впливом статичних і динамічних навантажень.....	10
5. Особливості перебудови скелетних м'язів під впливом фізичних навантажень різної інтенсивності.....	12
6. Порушення рухового режиму.....	1