

ИЗДРЖЉИВОСТ

Изддржљивошћу називамо **способност** да се нека **активност** врши **дуже времена без смањења њене ефикасности**. Изддржљивост у општем раду (у коме учествује више од 2/3 укупне мишићне масе) искључиво зависи од интензитета активности. Уколико се активност изводи максималним интензитетом, рад може да траје неколико секунди, а при умереном интензитету задата активност може да траје и неколико сати. С обзиром на замор који се јавља током вршења рада изддржљивост се може дефинисати као **способност супротстављања замору**.

Замор представља привремено смањење радне способности настало претходно примењеним оптерећењем. Изражава се тиме да постаје све теже, или немогуће, да се активност настави са пређашњом ефикасношћу. Када се неколико људи изложи истом раду према интензитету и трајању замор ће наступити за различито време. Узрок томе је различити степен изддржљивости. Ако су услови вршења неке активности исти, код људи који имају бољу изддржљивост касније ће настати како прва, тако и друга фаза замора. Као мерило изддржљивости може се узети време у току којег је човек способан да одржи задати интензитет активности. Мерење изддржљивости може се вршити директно и индиректно. Директним начином испитанику се задаје интензитет активности (трчање одређеним интензитетом) и одређује се максимално трајање рада или време када наступа смањење брзине трчања. Овакав метод није најпогоднији за примену у пракси, па се због тога чешће приступа индиректном начину. Индиректан начин подразумева мерење времена потребног да се претрчи одређена, довољно дуга дистанца...

Табела 1. Подела замора према карактеру, количини ангажованих мишића и према величини



Према својим карактеристикама и пореклу настајања могу се издвојити четири типа замора:

- **умни** замор, који настаје при решавању задатака, као на пример у шаху или другим умним активностима;
- **сензорни** замор, као последица интензивне активности у којима су укључена чула, као што је случај код стрелаца или стреличара;
- **емоционални** замор, као последица интензивних и дуготрајних емотивних проживљавања;
- **физички** замор, последица дуготрајног интензивног физичког напрезања мускулатуре.

Поред чињенице да су у свим активностима заступљене елементи размишљања, активације чула, као и присуство емоција, за спортисте је најкарактеристичнији физички замор. Побољшање емоционалне и физичке издржљивости је значајно за успешност у спорту и томе треба посебно посветити пажњу током рада.

У односу на величину и количину мишићних група које су укључене у вршење одређене активности замор се може класификовати на:

1) **Локални** замор када у извршеном раду учествује мање од $1/3$ свих мишића тела. Код локалног рада, при чему су активни поједини мишићи или мање мишићне групе, нема знатније активације кардио-васкуларног и дисајног система. Узроци замора код оваквог типа активности потичу од неурално-мускуларне компоненте од које непосредно зависи покрет. Од основног значаја у неутрализацији локалног замора су процеси заштитне инхибиције у одговарајућим нервним центрима, као и блокирање одређених нервно-мишићних синапси. Појава оваквог замора могућа је приликом извођења слободних бацања у кошарци, сервиса у одбојци и тенису и сл.

2) **Регионални** замор при коме је у раду активно од $1/3$ до $2/3$ мишићне масе. Овакав тип активности заступљен је када се користе вежбе којима се коригује техника кретања у сложеним вишезглобним активностима, при чему је неопходно укључити мишићне групе у два или више зглобова. Да би ефекат оваквог рада био одговарајући неопходно је да се уради велики број понављања. Активацијом веће количине мишића долази до веће активације неуро-мишићног и кардио-васкуларног система, а самим тим и дисајног система којим се обезбеђује довољна количина кисеоника за вршење рада. Као последица оваквог замора могуће је смањење радне способности, повећана енергетска потрошња, повећана фреквенција дисања и концентрација млечне киселине у мишићима која и може да представља један од узрочника замора.

3) **Глобални** замор када је током вршења рада активно више од $2/3$ мишића тела. У оваквом раду, који би представљале вежбе у којима је укључен већи број мишића или веће мишићне групе, присутан је велики енергетски расход. Због тога су пред организам постављени велики захтеви енергетског метаболизма у коме главну улогу имају кардио-васкулаторни и респираторни систем, који својом ефикасношћу представљају и ограничавајући чинилац у функционалним могућностима организма. Велика концентрација киселих продуката метаболизма настала при глобалном замору представља узрок смањесу радне способности и престанку рада. На основу тога може се закључити да се механизми издржљивости у локалном и глобалном раду наглашено разликују. Велика локална издржљивост у неком задатку не мора безуслово да значи и глобалну издржљивост, тако да велики број понављања вежбе у којој су ангажовани прегибачи у зглобу лакта није гаранција за добру издржљивост у пливању.

Значај издржљивости на ефикасност у одређеној активности може да буде **директан** када резултат директно зависи од издржљивости (кретања дужег временског трајања умереним интензитетом) и **индиректан** када издржљивост омогућава примену одређене тактике у спортским активностима. Приликом вршења рада задатим интензитетом, који може да буде висок, после извесног периода долази до осећаја да рад постаје све тежи. У таквим ситуацијама могуће је објективно уочити низ знакова таквог стања, почев од оних лако видљивих, као што су напрезање мимичне мускулатуре и појава знојења, па до озбиљних физиолошких показатеља. Без обзира на тешкоће које се повећавају, човек може још извесно време да одржи пређашњи интензитет рада напрежући се вољно више него раније. Брзину кретања могуће је одржавати повећањем фреквенције корака, али се прецизна координација лагано нарушава. Описано стање може се назвати **фазом компензованог замора**. Ако се настави са радом, без обзира на повећане вољне напоре, интензитет рада ће се смањити као последица исцрпљености енергетских извора и нагомилавања киселих продуката метаболизма у мишићима. Брзина кретања се смањује на рачун и дужине и фреквенције корака, а нарушава се и координација кретања, што представља **фазу декомпензованог замора**. **Дубоки замор** настаје услед нагле исцрпљености енергетских извора за вршење рада, као и прекида неуромишићне стимулације услед исцрпљености ЦНС-а, што за последицу има престанак било какве активности.

С обзиром да је структура човековог кретања различита у различитим активностима може се очекивати различит карактер и механизам настанка замора. Замор који настаје на ергометрима при чему је укључен мањи број мишићних група није ни налик замору који настаје код такмичара у трчању на дуге стазе или у борилачким спортовима. У односу на структуру кретања могу да се дефинишу различити видови издржљивости. Издржљивост у одређеној активности назива се **специјална издржљивост**, која у зависности од спорта може бити специјална издржљивост тркача, скакача, пливача, бициклисте или спортиста у спортовима у којима је битно испољавање издржљивости у снази. Велики број спортских активности одређује и велики број видова специјалне издржљивости.

У физичком васпитању, а нарочито у спорту углавном је присутан глобални замор. У активностима као што су трчање, пливање, веслање, нордијско скијање учествују скоро сви мишићи тела. Такве активности могуће је вршити у различитом временском периоду, почев од неколико секунди па до неколико сати. Механизми настанка замора, као и структура издржљивости, у различитим условима могу да буду различити. Да би боље разумели и објаснили ове механизме неопходно је разврстати их према интензитету рада. Основни показатељи којима је могуће објаснити ове механизме може да се користи релација **брзина-време**, односно утицај временског трајања на интензитет кретања. Са дужином трајања одређене активности долази до смањења интензитета кретања, односно са смањењем интензитета кретања могуће је вршити активност у дужем временском периоду.

Издржљивост као моторичка способност садржи велики број различитих појава које се одвијају у различитим условима испољавања. Да би се остварио жељени ниво издржљивости неопходна је добра повезаност активације енергетских извора и њихове искоришћености. Чиниоци који су неопходни за добру

издржљивост могу се поделити на енергетске, моторичке и психолошке. Њиховом интеракцијом у многome је генерално одређен моторички потенцијал појединца.

Аеробна и анаеробна моћ човека

Имајући у виду да је издржљивост способност што дужег обављања рада одређеног интензитета, а да је за рад потребна енергија, произлази да су енергетски капацитети (односно функционалне способности) човека главне детерминанте издржљивости. Поред енергетских капацитета на издржљивост утиче и ниво мотивације, особине личности, ефикасност биохемијских процеса у мишићима, количина гликогенских депоа итд. Задњих неколико година све већи број аутора наглашава важност развоја издржљивости код спортиста независно о потребама спортске специјализације. За комплетно сагледавање издржљивости неопходно је разумевање физиолошких и биохемијских процеса који су одговорни за омогућавање вршења интензивног (брзина мобилизације процеса) и дуготрајног (капацитети енергетских извора) рада. Да би се ово боље разумело механизми којима се обезбеђује енергија за вршење активности типа издржљивости подељени су на **анаеробне (алактатне и лактатне) и аеробне**.

Многи чиниоци могу да утичу на издржљивост човека, нарочито активност централног нервног система. Обезбеђивање енергије представља неопходан, али не и једини услов за постизање врхунског резултата у спортовима издржљивости. Није могуће очекивати висока достигнућа уколико нема обезбеђења одговарајућих енергетских извора, али могуће је да и поред оптималног енергетског обезбеђења због различитих чинилаца (неодговарајућа техника и/или тактика, вољна припремљеност) не дође до остварења очекиваних резултата. При извођењу било које активности човека долази до одређеног енергетског расхода. Основни енергетски извор за мишићну контракцију представља аденозин три фосфат (АТП), који је неопходан за све активности и он се увек први троши. Количина АТП-а који се налази у мишићима, чак и код добро тренираних спортиста, довољна је за свега 3-5 секунди вршења рада. Због тога је неопходно, сем у првих неколико секунди рада, да се АТП континуирано синтетише у мишићима. Обнављање, односно ресинтеза, АТП-а може да се врши хемијским реакцијама које се одвијају на два начина. У првом начину ресинтеза се одвија уз присуство кисеоника и ова реакција назива се **аеробна**, док се у другом случају ресинтеза одвија без присуства кисеоника и ова реакција се назива **анаеробна**.

Извори енергије за ресинтезу (обнављање) АТП-а могу бити анаеробни и аеробни. Аеробни извори енергије обезбеђују се из угљених хидрата и масти процесима аеробне гликолизе и аеробне липолизе. Аеробна гликолиза свој максимум достиже тек око 4-5 минута довољно интензивног рада. Аеробна липолиза почиње да се укључује у рад код активности које могу да трају више од 10 минута, а значајну улогу остварује у зони умереног интензитета (активности које трају од 30 минута до неколико сати). С обзиром да се и аеробна гликолиза и липолиза одвијају уз довољну количину кисеоника долази до потпуне разградње угљених хидрата (гликоген) и масти, при чему се млечна киселина ствара у веома малој мери и могуће је одстранити током самог рада. Главни продукти при оксидацији угљених хидрата (гликоген) и масти су **угљен диоксид и вода**.

За аеробне процесе као мера интензитета узима се утрошак кисеоника за време вршења рада. Максимална количина кисеоника коју човек може да унесе за један минут представља **аеробну моћ**, односно **аеробне могућности** човека. Аеробне могућности одређене су свим функцијама човека почев од уноса

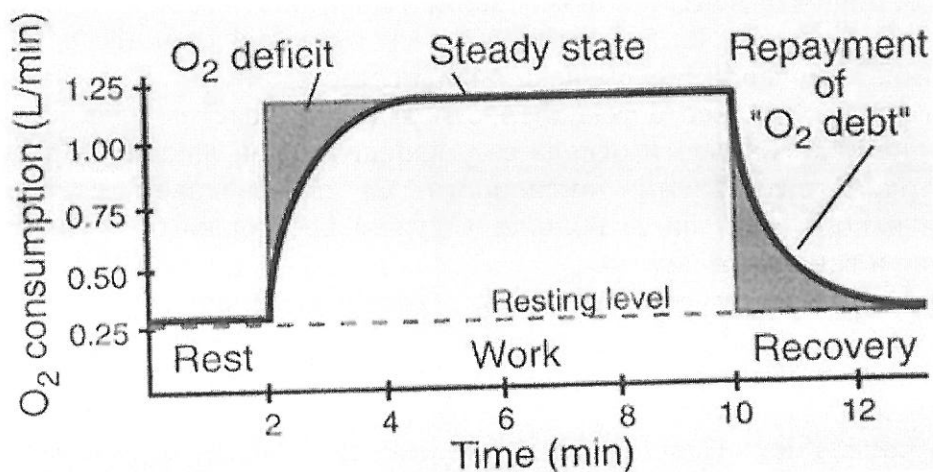
кисеоника, преко транспорта кисеоника до ткива, као и његове искоришћености у самим ткивима. У аеробне могућности спадају капацитети спољашњег дисања који су одређени минутним волуменом дисања, виталним капацитетом плућа, максималном плућном вентилацијом, брзином дифузије гасова у плућима, затим транспорта путем крвотока (минутни волумен срца, фреквенција срца, брзина крви, количина хемоглобина), док искоришћеност кисеоника у ткивима зависи од нивоа ткивног дисања, као и усклађености рада свих система. Ефекат високог нивоа аеробне издржљивости огледа се у капацитету за лакши и бржи процес опоравка током интензивних активности. Са побољшањем издржљивости предвиђени напори могу да се подносе у дужем временском периоду и током тренинга, као и током такмичења.

Анаеробни извори подразумевају обезбеђење енергије процесима при којима нема довољно кисеоника за ресинтезу АТП-а, док код аеробних процеса АТП се обнавља процесима у којима је обезбеђена довољна количина кисеоника. Анаеробни извори се брзо укључују у рад обезбеђујући енергију за рад који траје релативно кратко и који се врши максималним и субмаксималним интензитетом. Енергија добијена из анаеробних извора може бити обезбеђена на два начина: алактатним и лактатним. **Алактатни** начин подразумева обезбеђење енергије без стварања млечне (лактатне) киселине у мишићима, као нуспродукт процеса стварања енергије. Овако обезбеђење енергије остварује се од самог почетка рада и представља једини извор у трајању 10-15 секунди. Енергија се првих неколико секунди обезбеђује директно из АТП-а, а затим из креатин фосфата (СР) који се такође налази у мишићу. СР је високо енергетско фосфатно једињење које служи за брзу ресинтезу АТП-а у мишићним ћелијама. Садржи велику количину енергије која се добија ослобађањем фосфатних група. Због високог енергетског потенцијала и најмањи утросак АТП-а подстиче енергију креатин фосфата како би се омогућила синтеза нових молекула АТП-а. **Лактатни** начин обезбеђења енергије представља анаеробна гликолиза, односно разлагање глукозе у анаеробним условима при чему се ослобађа енергија. Коришћењем лактатних енергетских извора, услед недостатка кисеоника долази до непотпуне разградње глукозе, при чему се ствара млечна киселина. Нагомилана млечна киселина се из организма одстрањује и током рада, али и након завршетка рада у фази опоравка.

На анаеробне могућности утиче способност искоришћавања енергије и у условима без присуства кисеоника на шта указују капацитети одговарајућих ферментних система и енергетске резерве у мишићима, затим способност компензације промена у организму активацијом пуферског капацитета крви, као и могућност адаптације организма на услове недовољне количине кисеоника.

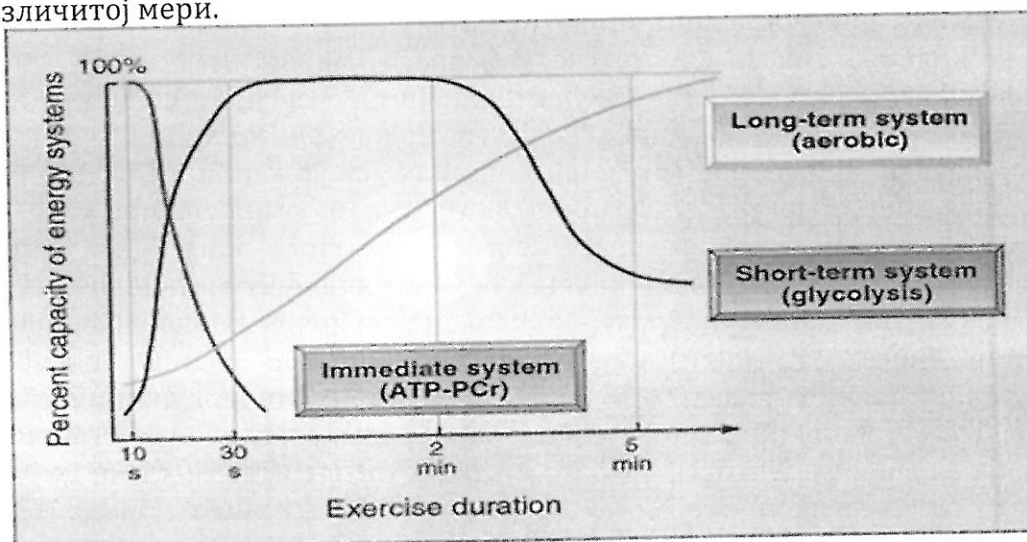
Анаеробном разградњом у организму се накопљају производи непотпуне разградње које је могуће одстранити из организма током самог рада, али и у периодима одмора када се после рада уноси више кисеоника него током мировања. При надкритичном интензитету као продукт метаболичких процеса ствара се тзв. **кисеонички дуг** који је праћен повећаном концентрацијом млечне киселине (киселости крви) која утиче на смањење радних способности и евентуалног прекида рада. Граничне вредности кисеоничког дуга и немогућност разградње метаболичких продуката насталих радом могу да буду ограничавајући чиниоци за вршење дуготрајног рада високим интензитетом, као и да доведу до прекида рада. Кисеонички дуг може да достигне вредности 14 до 18 литара. Телесним вежбањем, а нарочито организованим тренажним процесом могуће је у великој мери утицати на повећану потрошњу кисеоника, која је у свим узрастима

већа код утренираних него код нетренираних особа. Вишак кисеоника који се уноси у периодима одмора назива се **кисеонички дуг** и представља меру анаеробних реакција.



Слика 1. Настајање кисеоничког дуга на почетку активности и отплата кисеоничког дуга на крају активности

Анаеробни процеси одвијају се на основу два типа реакција којима се обезбеђује енергија за вршење рада. Неопходно је обавити ресинтезу АТП-а који се троши на почетку вршења рада попуњавајући аденозиндифосфат (АДП) са фосфатном групом (П) из креатинфосфата (СР). Ова реакција назива се **креатинфосфокиназа**. Ресинтеза АТП-а може се обезбедити делом енергије добијеном ферментним разграђивањем угљених хидрата до млечне киселине, а ова реакција назива се **гликолиза**. На основу ова два типа обезбеђивања енергије за вршење рада може се говорити о две компоненте кисеоничког дуга – **алактатној** (када се ресинтеза АТП-а врши на рачун СР-а) и **лактатној** (када се ресинтеза врши оксидативним уклањањем лактата). Алактатна компонента се отплаћује веома брзо, већ за првих 30-ак секунди опоравка, док се отплаћивање лактатне компоненте кисеоничког дуга врши од неколико минута па до пола часа. У зависности од интензитета рада различити енергетски системи укључују се у различитој мери.



Слика 2. Редослед активације енергетских извора за вршење рада различитог интензитета и трајања

Креатинфосфокиназна реакција одвија се у првих пар секунди вршења рада због мале количине креатинфосфата у ћелијама и брзина ове реакције се брзо смањује. Након тога се у процес обезбеђења енергије укључује гликолиза која је најинтензивнија у првих 1-2 минута рада, али може обезбедити енергију за вршење интензивног рада неколико минута. Тек након тога укључују се аеробни процеси који пуну меру достижу између **3-5 минута**. На основу овог редоследа укључивања енергетских система могуће је разумети однос обезбеђења енергије за вршење рада различитог интензитета и временског трајања. Са повећањем дужине трајања рада повећава се улога аеробних енергетских извора, док са скраћивањем дужине повећава се значај гликолитичког, односно креатинфосфатног механизма. Аеробне могућности спортисте одређене су максималном потрошњом кисеоника, док су анаеробне могућности одређене максималним кисеоничким дугом.

Изддржљивост као моторичка способност садржи велики број различитих појава које се одвијају у различитим условима испољавања. Да би се остварио жељени ниво издржљивости неопходна је добра повезаност активације енергетских извора и њихове искоришћености. Чиниоци који су неопходни за добру издржљивост могу се поделити на енергетске, моторичке и психолошке. Њиховом интеракцијом у многоне је генерално одређен моторички потенцијал појединца.

Енергетски фактор чине интензитет (моћ) активности, капацитет за одређену активност, ефикасност аеробних и анаеробних процеса, активност ензима који обезбеђују ресинтезу АТП-а, физиолошки процеси на ћелијском нивоу и др. Уколико треба да се дефинише нека активност неопходно је узети као критеријум трајање извођења у зависности од интензитета рада $T=f(B)$. У односу на ову једначину различити аутори су правили класификације интензитета рада према максималној брзини и трајању рада. Фарфељ (1949) је интензитет рада поделио у четири зоне интензитета, на основу којих рад може да буде вршен максималним интензитетом (време рада до 20 секунди), субмаксималним интензитетом (од 20 секунди до 5 минута), великим интензитетом (од 5 до 30 минута) и умереним интензитетом (преко 30 минута). У односу на интензитет рада различите су и карактеристике процеса обезбеђења енергије за вршење рада.

За одређивање зона интензитета углавном су коришћени квантитативно мерљиви циклични спортови, па је према доминантним изворима обезбеђења енергије Борилкевич (1982) дефинисао пет зона према дистанцама у атлетским дисциплинама. Његова подела обухвата: анаеробно алактатна зона (деонице 100 – 200м), анаеробно лактатна зона (400м), анаеробно- аеробна зона (800 и 1500м), аеробно-анаеробна зона (3000, 5000 и 10000м) и аеробна зона (дуге дистанце, полумаратон и маратон). Сами називи ових зона одређени су изворима којима се доминантно обезбеђује енергија за вршење рада (Табела 2).

Табела 2. Показатељи енергетског обезбеђења и физиолошких промена при трчању на различитим дистанцама

Дистанца у метрима	Средња брзина (м/с)	Узајамни однос извора енергије (%)		Потрошња кисеоника (% од $\dot{V}O_{2max}$)	Фреквенција срца	pH на крају рада
		Аеробни	Анаеробни			
100	10,0	5	95	60	170	7,4
200	10,0	8	92	74	175	7,4
400	9,2	10	90	95	185	6,85
800	7,8	25	75	100	195	6,8
1500	7,1	50	50	100	195	6,9
3000	6,5	75	25	95	187	7,1
5000	6,3	80	20	93	185	7,2
10000	6,1	85	15	90	183	7,25
42195	5,4	98	2	80	175	7,4

На основу тога могуће је интензитет кретања поделити на пет зона релативне издржљивости. Показатељи који се разликују између ових пет зона последица су физиолошких процеса који су одговорни за обезбеђивање енергије за вршење рада одређеним интензитетом у одговарајућем временском трајању. Активности које спадају у исту зону имаће сличне физиолошке механизме издржљивости и замора, али ако се налазе у различитим зонама захтеви према организму биће различити. Спортски стручњаци користе поделу на **четири, пет, шест** или чак и **више** зона. Међутим, најчешће се у пракси користи подела на пет зона иако одређене зоне имају своје варијетете. Њихово постојање има оправдање у чињеници да се помоћу њих још прецизније одређује и дефинише структура зоне којој они припадају.

Оваква класификација временом је претрпела одређене промене и прилагођавања савременим сазнањима и приступом тако да су се временом појавиле поделе које прецизније одређују пет зона интензитета.

На основу физиолошких захтева могуће је издвојити 4, односно 5 зона интензитета које је могуће релативно прецизно дефинисати на основу интервала срчане фреквенције, одређени са циљем активирања области срчаног пулса у којима срце и цео организам раде на одговарајући начин, према циљу који је постављен у току задате активности:

- Зона 1 – зона основне издржљивости и опоравка,
- Зона 2 – зона развоја аеробног капацитета,
- Зона 3 – зона развоја аеробне моћи,
- Зона 4 – зона развоја максималне аеробне моћи,
- Зона 5 – зона максималне брзине кретања.

При чему је Зона 5 везана са испољавањем максималне брзине кретања и по својим карактеристикама могла би да се сврста у брзину као моторичку способност са свим својим енергетским захтевима.

ЗОНА 1 – ЗОНА ОПОРАВКА – РАЗВОЈ ОПШТЕ ИЗДРЖЉИВОСТИ

Применом тренинга у овој зони утиче се на општу издржљивост, а пре свега на ефекат боље оксигенације и капиларизације мишићног ткива. Активност у зони опоравка или регенерације примењују се у опоравку спортиста након тежег појединачног тренинга, утакмице или мезоциклуса. Исто тако, овај ниво оптерећења примењује се у интервалном тренингу (варијантни метод са променљивим темпом) као период опоравака, с обзиром да изазива бржу

елиминацију акумулираних киселих метаболита (млечна киселина се брже разграђује) и истовремену бољу ресинтезу анаеробног фосфагеног капацитета. У реализацији тренинга примењује се најчешће континуирани равномерни (дугих интервала) и континуирани променљиви метод (варијабилног темпа). Користи се спор до умерен ритам трчања. Такав ритам може се достићи и коришћењем техничко-тактичких, као и вежбама технике одређеног спорта у кружном методу. Интензитет је испод аеробног прага (око 40-55% од $\text{VO}_2 \text{ max}$) што представља 55-70% од максималне срчане фреквенције. То је просечна фреквенција од 120-140 откуцаја у минути.

Капацитет тренинга у овој зони је од 20 до 60 минута са појединачним сеансама које могу трајати од 15 до 20 минута. Раде се 1-3 серије са активним одмором у коме се фреквенција срца враћа на око 120 откуцаја.

Тренинзи у овој зони могу бити ефикасни у побољшавању укупног здравственог стања организма, јер се њиховом применом елиминише психолошки стрес, снижавају се холестерол и крвни притисак. Из аспекта периодизације зона, ова зона се обично ради после тренирања у четвртој или петој зони.

ЗОНА 2 - ЕКСТЕНЗИВНОГ АЕРОБНОГ ТРЕНИНГА ЗА РАЗВОЈ АЕРОБНОГ КАПАЦИТЕТА

Активност у овој зони примарно се користи у раној припремној фази или у тзв. базичном периоду, а служи за изградњу и евентуално одржавање првенствено аеробног капацитета тј. периферне аеробне издржљивости. Дакле, аеробни енергетски процеси који се претежно одвијају у спорим мишићним влакнима су носиоци енергетских трансформација у овој зони оптерећења. При томе, мишићи као енергију, претежно користе глукозу, глицерол и слободне масне киселине (80-85%), јер је у интересу организма да штеди и сачува брзу енергију из гликогена за јаке напоре, што се у овој зони никада и не догађа.

Ова зона има два варијетета:

Зона 2а – ниво оптерећења у овом варијетету зоне износи 65%- 80% од анаеробног прага. При таквом раду ефикасност спорих оксидативних мишићних влакана за производњу енергије оксидативном разградњом масти се повећава уз истовремено мању разградњу угљених хидрата (гликогена и глукозе) и

Зона 2б – ниво оптерећења у овом варијетету зоне износи 80-90% од анаеробног прага, што узрокује већу продукцију лактата него у претходној зони те долази до укључивања већег броја брзих, посебно оксидативних гликолитичких влакана (2а).

У реализацији тренинга најчешће се примењују континуирани, метод дугих и средњих интервала и метод варијабилног темпа. При томе се могу користити и техничко-тактичке, вежбе технике у кружном методу и игре на скраћеним теренима веће и средње величине. Користи се и метод дуготрајних променљивих оптерећења – трчање променљивим темпом или "фартлек" уз дуготрајније и мање интензивне промене темпа (фартлек за развој аеробног капацитета). Већина вежби у којима се тренира техника у спортским играма (дриблинг, трчање са лоптом, шут) погодне су за аеробно екстензивно вежбање. Позиционе игре, такође су погодне за тренинг издржљивости, при чему је углавном заступљен умерен ритам трчања. Интензитет је испод анаеробног прага прага (око 55-70% од $\text{VO}_2 \text{ max}$) што представља 70-80% од максималне срчане фреквенције. То је просечна фреквенција од 140-160 откуцаја у минути.

Капацитет тренинга у овој зони је од 15 до 50 минута са појединачним серијама од 10 до 15 минута. Раде се 2-4 серије са активним одмором у коме се фреквенција срца враћа на око 120 откуцаја. Продукција лактата је на релативно ниском нивоу (око 2-2,5 ммол/л), што омогућује велик обим тренинга. Исто тако, ако је планиран тренинг у некој вишој зони, ова зона је добра за загревање. Она се користи и за смањење телесне масти, а код рекреативаца и за превенцију кардиоваскуларних болести. Из аспекта периодизације зона, тренинг у овој зони се обично ради после тренирања у трећој зони. Применом тренинга у овој зони дешавају се позитивни физиолошки адаптациони одговори. Повећава се економичност мишићног рада. У мишићима се повећава волумен крвне плазме и густоћа капиларне мреже. То омогућава боље снабдевање мишића кисеоником (O_2) и хранљивим материјама, као и квалитетније и брже одстрањивање (CO_2), а тиме и бољи опоравак. Побољшава се оксидација слободних масних киселина (штеди се мишићни гликоген). Већој економичности мишићног рада доприноси ефикаснија стимулација моторних неурона спорих мишићних влакана, као последица аеробног тренинга у овој зони и побољшавају се оксидативне метаболичке способности активних скелетних мишића и срчаног мишића (број и величина митохондрија, количина митохондријалних ензима, посебно ензима Кребсовог циклуса и респираторног ланца). Повећава се прилив венске крви, што додатно активира срчани мишић, те се повећава ударни волумен срца, као и респираторна издржљивост (вентилациона способност плућа односно актуелне мускулатуре).

ЗОНА 3 – ЗОНА ИНТЕНЗИВНОГ АЕРОБНОГ ТРЕНИНГА ЗА РАЗВОЈ АЕРОБНЕ МОЋИ (СНАГЕ-АП)

По завршетку напредовања у развоју аеробног капацитета уводи се вежбање у овој зони са циљем да се интензивнијим радом утиче на побољшање аеробне моћи (снаге), тј. аеробног интензитета. То значи да се утиче на способност система да повећа производњу енергије за мишићни рад у јединици времена. Дакле, утиче се на специфичне аеробне способности. Често се наводи да је то зона аеробно-анаеробног рада на граници анаеробног прага. Ефекат примене тренинга у овој зони се односи на подизање ефикасности целог кардио-васкуларног система од периферних крвних судова (периферна компонента) до самог срца (централна компонента). Рад овим интензитетом максимално ангажује све елементе у аеробној продукцији енергије за мишићни рад. Примењени интензитет рада доводи и до побољшања толеранције на лактате и бољу разградњу киселих метаболита, те долази до позитивног померања анаеробног прага. Енергију обезбеђују углавном гликоген и маст у неком приближном односу 55:45.

И у овој зони постоје два варијетета:

Зона (транзиције) 3а – ниво оптерећења у овом варијетету зоне износи 90%-100% од анаеробног прага и

Зона (транзиције) 3б – ниво оптерећења у овом варијетету зоне износи 100%-105% од анаеробног прага.

У реализацији тренинга најчешће се примењује интервални (интермитентни) екстензивни метод варијабилног ритма, при чему се користе интервали високо-интензивног трчања средње дужине (800 до 1500м), као и "фартлек" метод. На тренинзима техничко-тактичког карактера када се жели постићи интензитет ове

зоне користе се игре на скраћеном простору. Дакле, углавном се користи висок ритам трчања. При томе је интензитет рада око анаеробног прага и износи 70-85% од ($VO_2 \max$), што представља 80-90% од максималне срчане фреквенције, док у интервалима смањеног оптерећења интензитет рада обично износи 50-60%. То је интензитет адекватан просечној фреквенцији од 165-180 откуцаја у минути.

Капацитет тренинга у овој зони је од 12 до 45 минута са појединачним сеансама од 4 до 12 минута, што одговара дистанцама од 800 до 1500 м. Раде се обично 2-3 серије за мање искусне спортисте и 2-5 серија за искусније, са активним и полуактивним одмором у коме се фреквенција срца враћа на око 130 до 120 откуцаја. Сматра се да је при оваквом интензитету рада однос рада и одмора 1:2 до 1:3. Продукција лактата је на нивоу (око 4 ммол/л), што већ детерминише ограничење релативно већег волумена тренинга. Из аспекта периодизације зона, ова зона се обично ради после тренирања у првој или другој зони.

Применом тренинга у овој зони долази до још интензивније адаптације фактора споменутих у описивању позитивних физиолошких адаптационих одговора у зони 2 (повећање ударног и минутног волумена срца, броја митохондрија, концентрације миоглобина, концентрације оксидационих ензима, а прем томе и до повећања анаеробног прага итд.), Поред поменутог, још више се повећавају енергетски капацитети, а посебно гликогенске резерве у јетри, полако се подиже ефикасност пуферских система и сл.

ЗОНА 4 - ЗОНА ИНТЕНЗИВНОГ АЕРОБНОГ ТРЕНИНГА ЗА РАЗВОЈ МАКСИМАЛНЕ АЕРОБНЕ МОЋИ (МАП)

Ова анаеробна зона се често назива зоном максималног примања и потрошње кисеоника ($VO_2 \max$). У њој организам престаје да користи маст као енергију (јер се захтева сложенији метаболизам) и концентрише се на најдрагоценију енергију - шећер, тј. гликоген. Обзиром да интензитет рада премашује анаеробни праг, у односу на аеробну, више доминира анаеробна гликолиза. У мишићима се због таквог метаболизма почињу нагомилавати продукти попут млечне киселине и других киселих метаболита (CO_2 , водоникови јони, кетонска тела), које организам не успева да избацити у току вежбања, па долази до убрзаног замора. Дакле, ова зона интензитета захтева високу толеранцију на лактате, тј. способност подношења високе концентрације млечне киселине у мишићима и у крви, као и високу способност разградње акумулиране млечне киселине. Главно оптерећење у активностима у овој зони имају брза гликолитичка као и брза оксидативна влакна.

У тренингу ове зоне примењују се интервални (интермитентни) интензивни методи варијабилног ритма, при чему се користе интервали високо-интензивног трчања кратке и средње дужине (интензивни пирамидални интервални тренинг, нпр. 150м - 200м - 300м - 200м - 100м), трчања од 150 м до 400 м на узбрдици од 3 до 5% нагиба, диференцијална трчања са поделом деонице, Блок тренинг високог интензитета - 15/30сек, "Билат" тренинг интервали 30/30 сек, 60/60 сек, 180/180 сек и сл.). На тренинзима техничко-тактичког карактера када се жели постићи интензитет ове зоне користе се игре на скраћеном простору са додатним отежавањима (различити захтеви у броју контаката са лоптом, величини терена, броју играча, мењању односа рад - одмор и сл.). Међутим, када се у овом типу

тренинга користе разне игре, трајање вежбе треба да буде минимум 30 секунди, јер краћи периоди у вежбама са лоптом не обезбеђују потпун ефекат.

Дакле, углавном се користи интензивно висок ритам трчања. При томе је интензитет рада изнад анаеробног прага и износи 85-90% од ($\text{VO}_2 \text{ max}$), што представља 90-95% од максималне срчане фреквенције. То је интензитет адекватан просечној фреквенцији већој од 180 откуцаја у минути.

Капацитет тренинга у овој зони је од 10 до 25 минута са појединачним сеансама од 20 сец до 2-3 минута, што одговара дистанцама од 100 до 600 м. Ради се обично 2-4 серије за мање искусне или 3-6 серија за старије са активним и полуактивним одмором у коме се фреквенција срца враћа на око 140 до 130 откуцаја. При оваквом интензитету однос рада и одмора је 1:2 до 1:3. Продукција лактата је на нивоу (од 5 до 8-12 ммол/л), што увелико детерминише ограничење волумена тренинга. Из аспекта периодизације зона, ова зона се обично ради после тренирања у другој зони.

Применом интензивних тренинга у овој зони дешавају се позитивни физиолошки адаптациони одговори: ефикасност кардиоваскуларног система у активностима високог интензитета подиже се на највиши ниво. Последица тога је повећање: моћи анаеробног система, брзине анаеробне гликолизе, пуферског капацитета и максималног примитка и потрошње кисеоника, унапређују се функције моторних јединица (неки моторни неурони имају виши енергетски праг подраживања, стога су она мишићна влакна које они инервиршу подражена само у активностима виших интензитета и повећава се ниво енергетских залиха, а посебно гликогена у мишићима

ЗОНА 5 – "ЦРВЕНА" ЗОНА

Високоразвијени анаеробни капацитети веома су битни због великог броја наглих промена брзине трчања. Поред тога у спортским играма знатно време проведе се у активностима које се у целости одвијају при брзинама већим од брзине достигнуте при ($\text{VO}_2 \text{ max}$). Претходни наводи упућују на то да интензитет рада у овој зони обухвата широк распон интензитета од максималне брзине трчања (фосфагени алактатни интензитет) до максималне брзине достигнуте у прогресивном тесту оптерећења на тредмилу (анаеробни гликолитички капацитет - брзинска издржљивост). Трајање рада у том распону интензитета траје од неколико секунди тј. мање од 7 сец (тренинг брзине) до 1.30-2 минута (тренинг брзинске издржљивости). Тренинг у томе подручју се често назива и тренингом анаеробног капацитета.

Тренинг у овој зони интензитета се реализује применом интервалних метода. Интензитет оптерећења у овој зони тренинга је између 90 и 130% $\text{VO}_2 \text{ max}$ (95% max брзине трчања). Могуће је ову зону поделити на три варијетета:

Зона 5а - алактатног механизма (ресинтезе АТП-а). При интензитету рада у овом варијетету нема производње киселих метаболита. Интензитет рада је 100% и реализује се максималном могућом брзином трчања коришћењем веома кратких понављајућих интервала који трају до 7 сец или су дужине од 10 до 50 метара. Капацитет трчања при таквом тренингу не би смео бити већи од 300 до 600 метара. Изводи се у серијама и то за млађе 3-5, а за искусније 4-8 серија. Паузе имају полуактиван до пасиван карактер. При оваквом интензитету однос рада и одмора је 1:10 до 1:20 или се пулс мора вратити у зону компензације тј. 110-100 у минути. Паузе између серија могу трајати 5-6 мин. Систем који је одговоран за

ресинтезу АТП-а је фосфагени (АТП-СР). Поред спринтања у кратким интервалима користе се поскоци и скокови од ниског до високог нивоа, техничке дрил комбинације, као и такмичарске игре брзине,

Зона 5б - лактатног механизма (брзинске издржљивости). При интензитету рада у овом варијетету долази до производње киселих метаболита. Тај интензитет износи од 95-100% од максималне могуће брзине трчања. Изводи се у кратким понављајућим интервалима који трају од 8 до 30 сек. При томе се претрчава од 50 до 200 м, у укупном капацитету тренинга од 600 до 1200 метара. Овај тренинг се реализује за млађе у 2 до 4, а за старије у 3 до 5 серија. Паузе имају активан до полуактиван карактер. При оваквом интензитету однос рада и одмора је 1:3 до 1:6. Пауза између серија износи од 7-10 мин. У реализацији овог варијетета пете зоне поред трчања у кратким интервалима користе се најчешће трчања са променама правца (шатл трчања). Поред фосфагеног (АТП-СР) система за ресинтезу АТП-а је одговорна анаеробна гликолиза.

Зона 5ц - лактатне толеранције. При интензитету рада у овом варијетету долази до значајне производње киселих метаболита. Тај интензитет износи од 90 -100% па и више од VO_2 мах., што представља 95-100% од максималне срчане фреквенције. То је интензитет адекватан просечној фреквенцији преко 180 откуцаја у минути. Обично се у реализацији тренинга користе интензивна трчања, спринтеви, техничке вежбе са додатним захтевима, као и игре на малом простору у бројчаном односу (1:1, 2:2 и 3:3). Капацитет тренинга у овој зони је од 8 до 15 минута са појединачним сеансама од 30 сек до 1.30-2 минута, што одговара дистанцама од 100 до 400 м. Ради се обично 1-2 серије за млађе, а 3-5 серија за старије са пасивним и полуактивним одмором у коме је однос рада и одмора је 1:1 до 1:3. Пауза између серија износи око 10 мин.

Из аспекта периодизације зона, ова зона се обично ради после тренирања у другој зони. Применом интензивних тренинга у овој зони дешавају се позитивни физиолошки адаптациони одговори: Повећава се концентрација креатинкиназе и снаге фосфагеног (алактатног) система, унапређују се и убрзавају гликолитичке реакције са истовременим повећавањем количине гликолитичких ензима, посебно фосфофруктокиназе. Последица високе активности гликолитичких процеса у брзим мишићним влакнима је висока концентрација лактата у мишићима и у крви што доприноси побољшању пуферских капацитета брзих мишићних влакана уз убрзану разградњу лактата. То опет повећава степен толеранције на бол код појаве ацидозе (високе концентрације млечне киселине). Побољшава се активност нервног система (меморисање неуромускуларних склопова и њихове међусобне координације, повећавају се контрактилне способности и спорих и брзих мишићних влакана).

За одређивање зона интензитета користи се више различитих критеријума. Они се заснивају на параметрима који могу бити одређени директним или индиректним методама. Ти параметри су:

Интензитет оптерећења при аеробном и анаеробном прагу и максимална потрошња кисеоника (одређују се директним мерењем вентилацијских параметара или концентрације млечне киселине у крви) или максимална фреквенција срца и фудбалерова субјективна процена оптерећења (измерене или процењене мање поузданим индиректним методама).

У новије време стручњаци се првенствено ослањају на мерење фреквенције срца као индикатора интензитета оптерећења, иако је фреквенција срца у ствари индиректни, и не претерано поуздан показатељ оптерећења, обзиром да бројни

фактори утичу на вредност фреквенције срца. Дакле, проценат од максималне фреквенције срца (ФС мах) није толико прецизан показатељ за одређивање зона интензитета. Познато је да постоје индивидуалне разлике у реакцијама фреквенције срца на исту активност, те се јавља проблем одређивања индивидуалне вредности фреквенције срца која одговара поједином интензитету. Дакле, у пракси често употребљивана (ФС мах) као критеријум за одређивање зона интензитета није се показала као практично и добро решење зато што: Постизање процењене (ФС мах) је често отежано јер захтева високи степен мотивације коју многи фудбалери једноставно не могу достићи, интензитети на тако високим нивоима фреквенције срца нису здравствено најсигурнији, зоне тренинга базиране на (ФС мах) варирају од спорта до спорта (сваки спорт има свој сет вриједности зона фреквенције срца), зависе од количине мускулатуре укључене у активност, зависи од утицаја гравитације и утврђена (ФС мах), која се обично одређује у односу на године живота и пол, ако не узима у обзир тренутну припремљеност, односно ниво физичких активности фудбалера, реално и није (ФС мах), те условљава потпуно погрешну процену зона интензитета.

На основу овога могуће је уочити да енергетске основе издржљивости подразумевају активност целог низа процеса који, иако изузетно важни, не одређују у потпуности достизање врхунског резултата. Спортска пракса је показала много случајева када спортисти са одличним физиолошким показатељима нису остваривали врхунска достигнућа. Потенцијални недостаци потицали су од спортско – техничких и психолошких недостатака спортиста. Спортско техничке карактеристике могу да се сврстају у **моторичке факторе** које је неопходно подићи на највиши ниво како би се рационално искористили енергетски потенцијали и омогућило њихово испољавање у већој мери. Побољшањем моторичких фактора повећава се коефицијент корисног дејства (ККД) неуро-мишићног напрезања у различитим спортским активностима. Побољшање овог фактора се врши током сваке активности којом се техничке карактеристике приближавају максимуму биолошког потенцијала у тежњи да се достигне савршена регулација моторичке активности која треба да буде изведена брзо, тачно и економично. С обзиром да је све ово потребно урадити у условима када су енергетски извори ограничени могуће је овакав начин функционисања дефинисати као принцип макси-минимизације, односно остваривање максималног ефекта са минималним расходом енергије. Претварање енергије у извршени механички рад никада није потпуно, већ се већи део енергије губи у виду ослобођене топлоте. Поред замора који настаје вршењем рада и повећано загревање организма представља додатни проблем током активности. Да би се организм континуирано хладио и одржавао организм у стању одговарајуће ефикасности неопходно је да се укључе одговарајући физиолошки процеси. Хлађење организма постиже се повећаном фреквенцијом срца и дисања, као и наглашеним знојењем. Однос између резултата одређене активности и енергетског расхода који настаје том приликом представља економичност система који се објашњава ефикасношћу механичког мишићног рада. Док механичка ефикасност зависи од метаболичких процеса ефикасност механичког мишићног рада зависи од усавршавања унутармишићне и међумишићне координације, односно усклађености рада локомоторног система. Оптималном активацијом мускулатуре и биомеханичком ефикасношћу одређује се коефицијент корисног дејства (ККД) као и избор средстава и метода за његово повећање. На основу ових карактеристика могуће је остварити већу

искоришћеност енергије, која приликом мишићне активности човека износи 20 – 30%. Преостала енергија се губи у виду ослобођене топлоте, енергије за рад унутрашњих органа и за велики број сувишних несавршених покрета, односно покрета који немају одговарајући ефекат на коначни исход активности. Проблем енергетске ефикасности могуће је решити прилагођавањем режима рада за одређеног спортисту у складу са његовим карактеристикама и способностима, односно индивидуализацијом у раду. Знајући да је брзина кретања одређена дужином и фреквенцијом корака могуће је преко брзине кретања одредити енергетску цену кретања, што представља енергетску потрошњу за пређену дистанцу пута. Иста брзина кретања може да буде остварена различитим комбинацијама дужине и фреквенције корака, при чијим променама се губици енергије разликују. За сваког спортисту постоји оптималан однос ова два параметра који одређује и минималну енергетску цену. Свака промена овог односа може да повећа цену рада до 30% што је више одређено повећањем дужине корака него обрнуто. Код спортиста који су достигли врхунски ниво оптимална дужина корака може да се повећава на рачун фреквенције корака, када до изражаја долази снажна компонента која је код трчања исказана искоришћењем еластичне компоненте мишића остварене повратним режимом рада. То се постиже претварањем кинетичке енергије при контакту са подлогом у потенцијалну, када мишић функционише као опруга, а затим се поново претвара у кинетичку и омогућава вишеструко искоришћење енергије у виду механичког рада. Са повећањем ранга тркача повећава се време за релаксацију мишића до 60% управо на рачун смањења времена потребног за рад. Повећање специфичне издржљивости спортиста могуће је остварити и смањењем сувишних, непродуктивних покрета који додатно троше енергију. Овакви покрети најчешће су заступљени у структурално сложеним кинематичким спортовима као што су спортске игре или борилачки спортови, као и други ациклични спортови. У цикличним спортовима једноставније шеме кретања, као што је трчање могуће је код тркача са слабијом техником уочити покрете који прекомерно троше енергију. Ове покрете карактерише веће одступање тежишта тела по висини, што при дужим деоницама трчања доводи до знатно већег обима рада и сходно томе веће енергетске потрошње. Поред оптимизације техничких карактеристика, нарочито у комплексним структуралним активностима могуће је користити различите режиме рада користећи оптимални избор кинематичких параметара што у спорту представљају брзина, ритам и темпо одговарајућих покрета како би крајњи резултат био успешнији. Ово је могуће остварити усавршавањем унутармишићне и међумишићне координације у складу са морфо-функционалним карактеристикама спортисте.

Врхунски резултат у спортским активностима умногоме садржи и додатно оптерећење за спортисту које није тако лако превазићи. Да би се издржале различите тренажне методе и захтеви који се постављају пред спортисту неопходно је показати одговарајуће карактеристике личности. Управо ово представљају **психолошки фактори** који су присутни у спортовима у којима је издржљивост доминантна способност. За остварење врхунског резултата везана је велика потрошња и физичке као и психичке енергије. Психичка компонента у оваквим активностима неопходна је за превазилажење непријатних, болних, осећаја који настају као последица замора и активности целог организма током активности. Психичка стања и процеси, иако се о њима доста говори, још увек нису довољно објашњени. Њихова улога повезује се најчешће са мотивационим

карактеристикама и активности ЦНС-а. Свесна мотивација има управо велики значај за систематски и напоран тренинг и такмичење. Формирање ове црте личности доводи до повећања потенцијала спортисте и представља основу водећих тренажних система. Као производ свесне мотивације издвајају се **мобилизациона спремност и вољни напор** који представљају основу за потпуно искоришћење биоенергетског потенцијала спортисте. Управо ове две компоненте одликују врхунске спортисте и победнике на великим такмичењима који имају изражен спортски дух и велику жељу и вољу за победом. Ефекти ових компоненти огледају се у додатној активацији целог организма у тешким ситуацијама, у којима спортиста може да се нађе током такмичења када значајно заостаје у трци или када треба да покаже већу толеранцију на бол у борилачким спортовима, чијим превазилажењем долази до коначног успеха. Фактори који боље одређују издржљивост су међусобно повезани и неопходна је њихово испољавање у специфичним условима тренажно-такмичарске активности. Њихово формирање и развој којим се достижу врхунски резултати почиње од раног узраста и добро је ако се у то укључен добар спортски педагог или цео тим стручњака.

Трансфер издржљивости

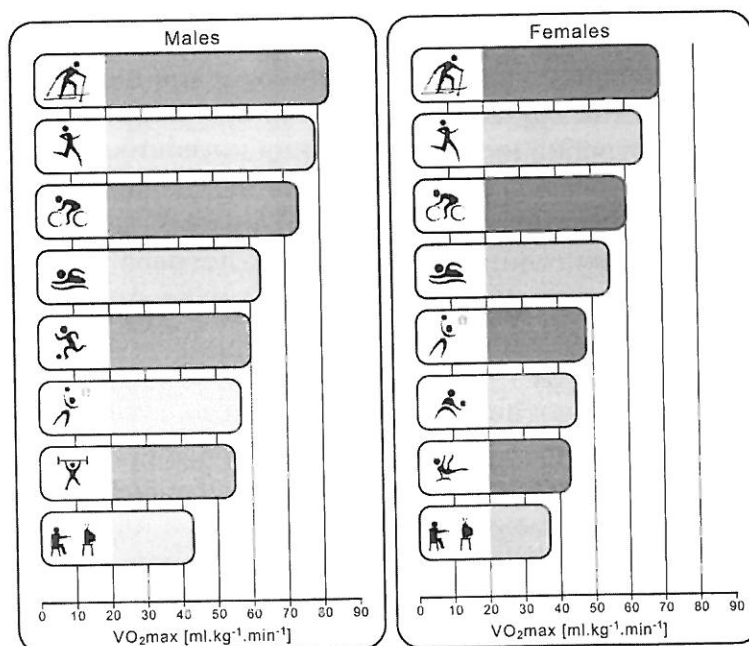
Функционалне способности човека у активностима у којима је неопходно испољавање издржљивости зависе од нивоа усвојене технике кретања, као и од аеробних и анаеробних способности. Између активности сродних по својим карактеристикама (ангажована мускулатура, интензитет и трајање кретања, режим рада мишића) неопходно је нагласити позитивни утицај (трансфер издржљивости) једне активности на другу. Аеробне способности спадају у опште способности спортиста и њихово побољшање на рачун једне врсте активности (нпр. трчања) доприноси побољшању и у другим кретањима нарочито цикличног карактера (пливање, веслање, ходање, нордијско скијање, ...). Овакав тип активности општег карактера обезбеђује услове за велики трансфер издржљивости. Наравно, велики трансфер је могуће очекивати уколико постоји и узајамна повезаност између увежбаних покрета. Иако се ходање и трчање структурално много разликују и повећање брзине у једној активности не доприноси повећању брзине у другој, са повећањем растојања долази до неминовног трансфера трчања на ходање. Величина трансфера издржљивости највише ће зависити од нивоа аеробних способности, спортиста са бољом аеробном способношћу имаће боље резултате и у трчању и у ходању. У спорту се за побољшање функционалних способности респираторног и кардио-васкуларног система често користе неспецифичне активности за изабрани спорт. Тако је могуће у зависности од годишњег доба и расположивих услова примењивати нордијско скијање, веслање, пливање, трчање у природи. У цикличним активностима мањег интензитета резултат ће мање зависити од усвојене технике, а више од нивоа аеробних способности, тако да када је тај рад малог интензитета поприма карактеристике **опште издржљивости**, односно рада дугог трајања и умереног интензитета при чему се активира већи део локомоторног система човека, при чему су у основи аеробне способности човека.

Општа издржљивост представља способност да се нека активност врши у дужем временском трајању уз активирање главних функционалних система са

циљем да се спортиста ефикасно супротстави замору. Дуже временско трајање подразумева да је активност малог и средњег интензитета, али и великог обима како би омогућила потребне ефекте на кардио-васкуларни систем. Оваквим тренингом повећавају се капацитети и стварају се услови за подношење оптерећења већег интензитета. Тренингом великог обима и умереног интензитета утиче се на велики број чинилаца који омогућавају правилан развој издржљивости код вежбача и спортиста. Добра општа издржљивост је неопходна у свим спортовима у којима је издржљивост доминантна или једна од доминантних способности. Са друге стране у спортовима у којима је брзина доминантна општа издржљивост омогућава квалитетно испољавање и усавршавање специфичне издржљивости. Директан показатељ опште издржљивости је максимална потрошња кисеоника која се оствари радом максималног интензитета у трајању од једног минута. Потрошња кисеоника је запремина кисеоника изражена у литрима, која се за одређено време упије у плућима, односно која се потроши за вршење неке активности. Одређена је капацитетом плућа, али и транспортним капацитетом кардио-васкуларног система до ћелија у којима се врши обезбеђивање енергије за вршење рада. Улога потрошње кисеоника је различита у различитим спортским активностима у зависности од структуре и интензитета кретања. Количина кисеоника утрошеног за обезбеђење енергије за вршење рада зависи од интензитета активности. При малом интензитету потребна је мања количина кисеоника, док код рада великог интензитета потреба може да буде једнака потрошњи, због чега се такав интензитет назива **критичним**. При овом интензитету рад се обавља уз максималну потрошњу кисеоника. Уколико се потреба за кисеоником повећа толико да организам није у стању да обезбеди потребну количину за вршење рада говори се о **надкритичном** интензитету. Потрошња кисеоника нагло расте у првим минутима рада, док је у каснијем периоду тај пораст блажи све док се не изједначи са кисеоничком потребом, односно док се не успостави стабилно стање. Стабилно стање је стање које настаје при вршењу рада када се утрошак кисеоника изједначи са кисеоничком потребом организма. Тада компоненте утрошка кисеоника фреквенција срца, минутни волумен срца и плућна вентилација остају на истим вредностима до краја вршења рада под условом да не долази до промене интензитета. Енергетска потреба организма за АТП-ом обезбеђује се на рачун аеробног метаболизма. Кисеоничка потреба је количина кисеоника која је неопходна ћелијама за неометано вршење неке функције.

У првим минутима рада малог интензитета енергија се добија из аеробних извора, при чему ће резерве кисеоника из миоглобина (мишића) и крви у потпуности обезбедити потребе за кисеоником, док се кардио-респираторне функције не прилагоде интензитету рада. Код рада већег интензитета део енергије у почетној фази рада мора да се обезбеди из анаеробних процеса зато што аеробни процеси не могу одмах да задовоље кисеоничку потребу. Као последица активности анаеробних процеса долази до стварања млечне киселине. Уколико је интензитет рада ближи максималним вредностима потрошња кисеоника се повећава за мање вредности него када је рад мањег интензитета. На крају, иако интензитет рада још може да се повећа не долази до повећања потрошње кисеоника. Тада је остварена **максимална потрошња кисеоника** – максимална аеробна моћ, што представља највећу меру аеробних способности. *Максимална потрошња кисеоника* је количина кисеоника коју испитаник утроши при раду максималног интензитета у току једног минута. Што је већа остварена

потрошња кисеоника могуће је искористити већу количину енергије која омогућава већи остварени рад. Максимални могући унос кисеоника зависи од величине минутног волумена срца (МВС) који укључује фреквенцију срца и ударни волумен, од плућне вентилације, брзине крвотока, капацитета плућа, искоришћености кисеоника на ћелијском нивоу. Додатни рад након остварења максималне потрошње кисеоника могуће је остварити на рачун липолизе. Тада се глукоза разлаже до пирогрођане киселине. Ако тада није могуће да се допреми довољна количина кисеоника пирогрођана киселина прелази у млечну киселину и на тај начин могуће је обезбедити енергију за највише 2-3 минута рада у одсуству аеробних метаболичких процеса. Уколико за то време организам не добија довољно кисеоника рад се прекида, делом због исцрпљености енергетских извора, делом због нагомилавања нуспродуката метаболизма у виду млечне киселине који ометају даље одвијање биохемијских процеса. Већа максимална потрошња кисеоника означава већу продукцију енергије и самим тим већи остварени рад. У спортовима где је издржљивост доминантна способност преко 85% успешности одређено је општом издржљивости.



Слика 3. Максимална потрошња кисеоника спортиста оба пола различите спортске активности

Специфична издржљивост представља способност да се активност високог интензитета врши у дужем временском периоду. Структура активности углавном зависи од специфичности спортске дисциплине. Може да буде специфична издржљивост у спортским играма, у борилачким спортовима, у пливању, трчању и сл. Према начину одређивања интензитета може да буде у односу на снагу или брзину. Тако да може да се дефинише као **снажна** издржљивост или **брзинска** издржљивост. Када је реч о специфичном испољавању брзине, у савременом спорту неопходно је испољавање **издржљивости у брзини**.

Снажна издржљивост подразумева способност дуготрајног испољавања снаге, односно велики број снажних активности без смањења ефикасности. Овакав вид издржљивости заступљен је у спортовима који имају велики број скокова какви су

одбојка и кошарка, када се оваква издржљивост назива **скочна** издржљивост, као и у другим спортовима у којима је снага испољена на други начин, као што је то у гимнастици, борилачким спортовима, веслању и сл. Уколико се ово испољавање одвија у статичким условима реч је о издржљивости у **јачини**, при чему је изражена изометријска мишићна контракција. Код издржљивости у јачини интензитет није максималан као при самој јачини, али је време испољавања јачине дуже и подразумева издржаје у различитим положајима.

Брзинска издржљивост је специфично испољавање издржљивости у спортским активностима у којима је неопходно испољавање брзине у дужем временском периоду. Према својој структури могло би се рећи да представља комбинацију брзине и издржљивости, мада је у ствари способност великог броја понављања брзе активности у условима када је присутан замор. Уколико је неопходно испољавање максималне брзине у условима који су специфични у различитим спортским активностима, нарочито у спортским играма онда је реч о **издржљивости у брзини**. За њу су карактеристични спортско специфични периоди одмора између активности, али је неопходно да се активност одвија максималном брзином. Припрема за овај вид издржљивости одвија се кроз испољавање максималне брзине у трајању до 6 секунди са кратким паузама (мање од 30 секунди), при чему би паузе требало да буду у складу са паузама у одговарајућем спорту и са структуром и бројем серија којима се омогућава да се испољена брзина одржава на максимуму.

Показатељи издржљивости у односу на максималну брзину кретања

Често се у пракси дефиниција да се издржљивост процењује временом које је потребно да човек изврши рад одређеног интензитета не може прихватити у потпуности. Постоје ситуације у којима различите моторичке способности спортиста утичу на коначне резултате при чему стварајући недовољно јасну слику о издржљивости. За некога ко трчи брзо на краткој деоници резултат остварен на дужој деоници може да се третира као добар, али лош у односу на његову брзину. Са друге стране резултат на дужој деоници некога ко трчи споро на краћим деоницама може да буде добар, иако је лошији од резултата других спортиста. Да би се лакше схватиле и објасниле ове разлике неопходно је увести два типа показатеља издржљивости:

- апсолутни показатељ издржљивости, за који није битан степен развијене брзине или снаге и
- релативни (парцијални) показатељ издржљивости, за који се узима степен развијености брзине и снаге, као и када се они искључе.

Апсолутне показатеље издржљивости могуће је посматрати у односу на одржавање рада задатог интензитета у дужем временском трајању. Са друге стране релативне или парцијалне показатеље издржљивости могуће је израчунавати у односу на одређене показатеље добијене на основним дистанцама. Тако је могуће израчунати показатељ **резерве брзине** који представља разлику просечног времена за које се прелази основна деоница у трци и најбољег времена на основној деоници.

- 1) $РБ = ТД/н - Тдд$ (где је $РБ$ – резерва брзине, $ТД$ – време остварено на деоници, $н$ – број краћих деоница у такмичарској, $Тдд$ – време остварено на краћој деоници – углавном 100м)

Индекс издржљивости као релативни показатељ представља разлику између укупно оствареног времена и времена које би било остварено да се време на основној деоници помножи са бројем деоница.

2) $ИИ = ТД - n \times Тдд$ (где је $ИИ$ – индекс издржљивости, $ТД$ – време остварено на деоници, n – број краћих деоница у такмичарској, $Тдд$ – време остварено на краћој деоници – углавном 100м)

Као трећи показатељ релативне издржљивости користи се **коэффициент издржљивости** који представља количник оствареног времена са најбољим временом на основној деоници

3) $КИ = ТД/Тдд$ (где је $КИ$ – коэффициент издржљивости, $ТД$ – време остварено на деоници, $Тдд$ – време остварено на краћој деоници – углавном 100м).

Као најчешћи показатељ релативне брзине користи се резерва брзине, при чему величине резерве брзине зависи од индивидуалних способности спортисте и дистанце.

Чиниоци који ближе одређују издржљивост

Изддржљивост је одређена великим бројем чинилаца од којих се могу издвојити:

1. Функционалне способности различитих енергетских система (аеробни и анаеробни) и техничких могућности (ниво увежбаности кретања) и слично,
2. Ниво стабилности према неповољним условима унутрашње средине и великој фреквенцији нервних импулса.

Ова два чиниоца не би требало узети превише круто, али методи којима је могуће утицати на издржљивост управо највећи утицај имају преко ових чинилаца.

Побољшање издржљивости могуће је остварити само у ситуацијама када је током вежбања постигнут неопходан ниво замора, чиме је могуће утицати на адаптационе механизме организма на слична стања што се изражава повећаном издржљивошћу. Ниво прилагођавања на настале промене је у складу са степеном и карактером реакција изазваних тренажним оптерећењем. На побољшање издржљивости утицаће не само степен, већ и карактер замора. Зато је неопходно да се током вежбања за побољшање издржљивости у организму изазову реакције жељеног карактера и величине. У складу са тим неопходно је водити рачуна да се не претера са обимом рада при чему би интензитет био мањи од потребног да се оствари одговарајући надражај. Велики обим рада не сме да буде сам себи сврха, јер уколико је могуће мањим обимом рада остварити потребну реакцију нема потребе за повећањем обима рада. Такође, није добро постављати за циљ остваривање најбољег резултата на тренингу на рачун предугачке паузе између деоница, јер тренинзи служе да се на њима спортиста припреми за остварење најбољег резултата на такмичењима.

Оптерећење током великог броја, нарочито цикличних, активности могуће је одредити на основу:

1. Интензитета активности
2. Трајања активности
3. Трајања периода одмора
4. Карактера одмора (активностима које се одвијају у паузи)
5. Бројем понављања

У зависности од односа ових компоненти могу се разликовати њихови утицаји и начини реаговања организма на одређену активност.

Интензитет активности директно је одређен брзином кретања и утиче на обезбеђивање енергетских извора за вршење рада. При мањем интензитету рада ни утрошак енергије није велики, мања је потреба за кисеоником, тако да унос кисеоника задовољава кисеоничке потребе организма. Овакво стање организма током вршења неке активности назива се **стабилно стање**. Стабилно стање се код активности малог интензитета успоставља након 1-2 минута, а код активности умереног интензитета након 3 – 5 минута. У оба случаја ради се о брзинама које су испод критичне брзине кретања и потреба организма за кисеоником пропорционална је брзини кретања. Под **критичном брзином** кретања подразумева се брзина при којој је потреба организма за кисеоником једнака аеробним способностима, односно унос кисеоника одговара потрошњи током рада. Овакав однос указује да се рад одвија у условима максималне потрошње кисеоника. Брзина кретања на нивоу максималне потрошње кисеоника је утолико већа уколико су веће аеробне способности спортисте. При брзинама већим од критичне потреба за кисеоником већа је од аеробних способности и рад се одвија уз кисеонички дуг на рачун анаеробних извора енергије. У тим ситуацијама потреба за кисеоником повећава се много брже него што се повећава брзина кретања.

Трајање активности може да буде одређено пређеном деоницом и брзином кретања на тој деоници и може да има двоструки значај. На основу трајања рада могуће је одредити из којих извора ће бити обезбеђена енергија за вршење рада. Приликом рада у трајању краћем од 5 минута аеробни процеси не могу да достигну одговарајућу активацију за обезбеђивање енергије из аеробних извора, већ се енергија обезбеђује из анаеробних извора. Са скраћивањем трајања активности улога аеробних извора енергије бива све мања, јер се енергија обезбеђује на основу гликолитичких процеса (трајање од 20 секунди до 2 минута) односно фосфагенски механизми (**АТФ** и **СР**) за рад трајања 3 – 8 секунди. Трајање рада интензитетом већим од критичног одређује и величину кисеоничког дуга, док интензитет мањи од критичног одређује усклађеност функционисања аеробног система спортисте.

Трајање периода одмора има веома важну улогу у одређивању величине и карактера реакције организма на одређену активност. Приликом понављаног рада кумулативно дејство зависи како од претходног, тако и од рада који следи након одговарајућег одмора. Одговарајући одмор требало би да обезбеди понављање периода рада при чему би интензитет рада и његово трајање били што је могуће мање нарушени замором насталим претходним радом. Процес опоравка карактерише: 1) неједнака брзина опоравка – у почетку брз, а касније спорији; 2) различити показатељи враћају се на ниже вредности за различито време и 3) појава фазних промена радне способности и појединих показатеља. У раду који је испод критичне или критичне брзине довољно дуги периоди одмора омогућавају да сваки наредни рад почиње са отприлике исте основе као и појединачни рад, при чему се у почетку активирају фосфагенски, затим гликогенски и након тога после 3-4 минута аеробни енергетски извори. У ситуацијама када рад траје кратко енергија за вршење рада обезбеђује се из анаеробних извора енергије. Када је период одмора, при брзинама испод критичне или при критичној брзини, кратак аеробни процеси се за тај временски интервал не успоре много, тако да следећи рад започиње на високој активности

аеробних система за обезбеђивање енергије. Скраћивањем периода одмора при овим брзинам трчања утиче се на побољшање аеробних способности спортисте. Са друге стране, уколико је брзина кретања већа од критичне недовољно дуги периоди одмора онемогућиће елиминацију (отплату) кисеоничког дуга који се увећава са бројем понављања периода рада, чиме овакав вид активности може да се назове анаеробан.

Карактер одмора, у зависности од основног као и допунског рада, може на различите начине да утиче на тренажно оптерећење. Према својим карактеристикама одмор између основних деоница рада на тренингу може да буде **пасиван** и **активан**. Под пасивним одмором подразумева се да у периодима између рада на тренингу нема неких додатних активности, односно да спортиста или вежбач мирује, или евентуално ради вежбе растезања. Насупрот томе период одмора могуће је испунити неком активношћу као што су кретања умереним интензитетом које може бити различитог интензитета у зависности од интензитета главног кретања. Уколико је кретање у главном делу тренинга близу критичне брзине допунска активности малог интензитета током одмора омогућава одржавање дисајних процеса на вишем нивоу чиме се спречава нагли прелазак из стања мировања ка раду и обратно. Поред тога, активности умереног интензитета након интензивног рада убрзавају процес опоравка и омогућавају лакши приступ наредном вежбању. Оваквим преласком са кретања високог интензитета на кретање мањим интензитетом чини целокупни рад више аеробним, а овакав начин тренинга има карактеристике **променљивог** метода тренинга.

Број понављања на директан начин одређује степен утицаја оптерећења на вежбача. При раду у аеробним условима велики број понављања утиче да кардио-васкуларни и респираторни систем буде активан у дужем временском периоду. Када се рад одвија у анаеробним условима велики број понављања доводи до исцрпљивања организма, повећања концентрације лактата и може да има за последицу блокирање активности од стране централног нервног система, при чему се смањује интензитет рада или се рад прекида.

Начин утицаја ових чинилаца на оптерећење ретко може да се посматра појединачно, већ је то комплексни утицај више чинилаца, неретко свих пет, чијом комбинацијом је могуће одредити велики број метода и појединачних тренинга, а тиме и њихов утицај на организам.

Побољшање аеробних способности

Побољшањем аеробних способности решава се више задатака који су значајни за остварење што бољих резултата. Неопходно је повећати максималну потрошњу кисеоника, одржавати максималну потрошњу у дужем временском периоду и повећати брзину дисајних процеса у организму до максималних вредности. Да би се остварили ови задаци неопходно је применити одговарајућа средства која дозвољавају да се достигну максималне вредности кардио-васкуларног и респираторног система, као и да се висок ниво потрошње кисеоника одржи у дужем периоду. Ово је могуће постићи активацијом веће мишићне масе, што би практично значило да је ефикасније применити нордијско скијање него обично трчање. Један од услова за побољшање способности је да се активности одвијају у природном амбијенту и да је интензитет кретања близак критичној брзини. Због зависности ове брзине од максималне потрошње кисеоника и економичности кретања, ова брзина може да се разликује у односу на узраст и пол, као и способности вежбача и спортиста.

Као основни метод за побољшање аеробних способности може да се користе методи равномерног кретања, као и различите варијанте понављајућег и променљивог метода. Равномерним методом, поред позитивног утицаја на технику и економичност кретања, омогућава се побољшавање усклађености рада система који обезбеђују одговарајући унос кисеоника. Дужа примена овог метода допринеће повећању активности органа и система који су директно укључени у метаболичке процесе (слезина и јетра), нарочито при мањем интензитету и дужем временском трајању. Временско трајање вршења рада на интензитету при коме се остварује максимална потрошња кисеоника је од 10-30 минута, мада врхунски спортисти из спортова издржљивости могу рад на овом интензитету да врше и до 60 минута.

Применом овакве врсте рада није могуће остварити највећи утицај на развој максималне потрошње кисеоника. Већи утицај остварује се применом анаеробне активности, односно понављања краткотрајног интензивног рада са кратким периодима одмора, нарочито код спортиста вишег нивоа. Ово је могуће очекивати јер су продукти настали анаеробном разградњом током краткотрајног рада високог интензитета снажан стимулатор дисајних процеса. Потрошња кисеоника и показатељи рада срца се повећавају после таквог рада, нарочито у првих 10-30 секунди, тако да поновљени рад када су ови показатељи још увек високи доприноси повећању потрошње кисеоника од понављања до понављања. Када се достигну граничне вредности, потрошња кисеоника се устали и остаје на истом нивоу до краја понављајућег рада. Највеће вредности потрошње кисеоника при оваквом типу рада могуће је очекивати у периодима одмора, а не током рада. Да би се остварили жељени ефекти тренинга неопходно је изабрати најбољу комбинацију периода рада и одмора.

На основу овога могуће је закључити да је за повећање аеробних способности неопходно водити рачуна да:

Интензитет рада буде већи од критичног (75-85% од максималног), односно да срчана фреквенција на крају рада буде око 180 откуцаја у минути, при чему би **дужина деоница** била толика да рад траје око 1,5 минута, да **интервали одмора** омогућавају започињање рада при још увек постојећим променама насталим претходним радом (45-90", а никако не дуже од 3-4 минута) буду активног **карактера** чиме се омогућава променљиви карактер рада и да **број понављања** буде одређен могућношћу одржавања интензитета кретања и функционалних показатеља током рада. Из овога би као конкретна препорука могло да се изведе да показатељи срчане фреквенције на крају рада треба да буду 170-180 откуцаја, а да на крају паузе буде 120-140 откуцаја. Веће вредности срчане фреквенције неће допринети побољшању аеробних способности.

Физиолошки ефекти и методички утицаји којима је могуће остварити побољшање опште издржљивости

При повећању анаеробних способности неопходно је испунити два задатка, да се повећа активација **фосфокреатинског** (алактатног) механизма и да се **гликолитички** (анаеробни) механизам подигне на виши ниво. Основно средство за повећавање активности ових механизма су такмичарске активности спортисте, или у специфичним спортовима у којима је битно усвајање и увежбавање технике кретања неки од основних кретних активности (трчање код веслача, скијаша, клизача и сл.). Узевши у обзир да се ова два механизма понашају

антагонистички, односно да један сузбија други, методе које се користе за побољшање анаеробних способности се бирају тако да активирају један од ова два механизма.

За побољшање **креатинфосфатног** механизма неопходно је да **интензитет рада** буде скоро максималан, како не би дошло до настајања брзске баријере, и да техника кретања не буде нарушена максималном брзином. **Дужина деонице** би требало буде одређена временским трајањем 3-8 секунди при чему се оријентационо претрчи од 20-70 метара са **интервалима одмора** који омогућавају отплату кисеоничког дуга и ресинтезу креатинфосфатних резерви у мишићима за шта је потребно око 2 минута. Рад би требало распоредити на 4-5 понављања у једној серији са интервалом одмора између серија од 7-10 минута током којих се оксидише већи део створене млечне киселине, а очува повишена раздражљивост нервног система. Интервали одмора између серија требало би да буду **активни**, односно да се врши рад малог интензитета, у коме учествују мишићне групе активне у главном делу вежбања, како би се очувала раздражљивост нервног система. **Број понављања** најчешће је одређен нивоом утренираности, што се огледа одржавањем задате брзине кроз понављања и број серија вежбања.

За усавршавање **гликолитичког** механизма одговарајуће компоненте дозирања оптерећења разликују се у односу на **креатинфосфатни**. **Интензитет кретања** одређен је дужином деонице која се примењује и требало би да буде 90-95% максималне брзине за дату деоницу, при чему је трајање одређено временом неопходним за активацију гликолитичког механизма, односно 20 секунди до 2 минута. Повећана концентрација лактата у крви не налази се одмах након завршетка рада, већ након неколико минута и постепено се тај период скраћује са бројем понављања, што сугерише да се **интервали одмора** између понављања у једној серији постепено скраћују. Карактер одмора би требало да је **пасиван**, али да не буде потпуно мировање. Због специфичности гликолитичког механизма **број понављања** у серији не треба та буде велики (3-4) чиме се омогућава да се током целе серије рад одвија на рачун **анаеробних** процеса, док би већи број понављања услед замора довео до смањења брзине кретања чиме би рад постао **аеробног** карактера. Период одмора између серија треба да омогући елиминацију дела кисеоничког дуга за шта је потребно више времена (око 15 минута), што уз чињеницу смањења радне способности услед замора омогућава почетницима да ураде 2-3, а добро трениранима 4-6 серија на тренингу.

Хијерархијским посматрањем механизма за развој издржљивости може се закључити да су аеробне способности предуслов за развој анаеробних, као и да су гликолитички механизми основа за развој креатинфосфатног механизма. Ово може да се каже и да су **лактатни** механизми основа за **алактатне**. Недовољно развијене аеробне уз добро развијене анаеробне способности допринеће настајању великог кисеоничког дуга који ће се споро отплаћивати због тога што отплата кисеоничког дуга зависи од капацитета аеробних механизма. Понављање рада у анаеробним условима и са кратким интервалима одмора довешће до нагомилавања лактата у крви и настанка замора који ће бити ограничавајући чинилац за даље вршење рада. Због тога је неопходно створити добру базу аеробних способности (развој опште издржљивости), па тек онда приступити развоју анаеробних механизма (развој специјалне издржљивости). Општа издржљивост омогућава већи број понављања анаеробног рада на

тренингу омогућавајући бржу елиминацију продуката рада без смањења радне способности.

У тренажном процесу развој издржљивости би требало да започне општом издржљивошћу, затим би уследила анаеробна лактатна издржљивост и након тога алактатне способности засноване на креатинфосфатним изворима енергије. Међутим, када је реч о појединачном тренингу редослед активности би требало да буде обрнут.

Побољшање издржљивости у зависности од неповољних промена услова унутрашње средине представља важан сегмент у превазилажењу ограничавајућих чинилаца који настају током рада. Ово се постиже превазилажењем **физиолошких и психолошких** ограничења који имају знатан утицај на умањење радне способности. Од физиолошких процеса битно је повећати пуферске капацитете крви и адаптацију на хипоксична ¹ и хиперкапничка ² стања. **Пуферски** системи у првом тренутку неутралишу нагомилане неоксидисане продукте анаеробног рада (млечна, пирувична киселина). У ситуацијама повећаног нагомилавања ових продуката долази до померања pH вредности организма у киселу средину и као последица до смањења способности мишића за контраховање и инхибиције у нервном систему чиме се смањује ефикасност вршења рада. Тренажним процесом утиче се на повећање капацитета пуферских система чиме се повећава праг инхибиторне активације нервног система. Хипоксична и хиперкапничка стања могуће је побољшати тренингом у коме ће вештачки бити заступљена стања пре свега дозираног задржавања дисања. Ово је могуће применити током пливања, када се задржава дисање током већег броја завеслаја, или приликом рођења на дах када се постепено повећава време боравка без могућности дисања. Сличан овоме је тренинг приликом боравка на већим надморским висинама при чему снижени парцијални притисак O_2 изазива повећање аеробних способности (повећање количине хемоглобина у крви) и адаптацију на хипоксично стање. Тренинг у овим условима додатно може да допринесе појачању позитивног утицаја планине.

За висок ниво издржљивости од велике важности је и поседовање воље да се поднесе осећање замора и да се упркос томе продужи рад. Добра психолошка припремљеност може у великој мери да побољша резултате у спортовима издржљивости потискујући појаву неповољних физиолошких промена у организму.

Утицај дисања на издржљивост може бити вишеструк. Спољашње, плућно, дисање није ограничавајући чинилац за аеробне способности, али техника правилног дисања омогућава лакше извођење вежби и представља један од важних задатака физичког васпитања и спорта. Типови дисања могу да се разврстају према начину уноса ваздуха у респираторни систем и према активности респираторног система. Правилно дисање у мировању или умереном физичком напору је споро и могуће је кроз нос унети потребну количину ваздуха. При интензивнијем физичком напору правилно је уносити ваздух кроз нос и уста

¹ **Хипоксија** – недостатак кисеоника у организму (мишићима) при чему је потребно омогућити неометано вршење рада. Најчешће се повезује са рођењем на дах, али је присутна и када спортиста не узима довољну количину кисеоника за вршење рада.

² **Хиперкапнија** – нагомилавање молекула угљен диоксида у организму услед задржавања дисања као нуспродукт метаболичких процеса током рада.

или само кроз уста, при чему је битно да се у условима ниске температуре ваздух загрева кроз дисајне путеве до плућа. Дисање кроз уста је присутно само при интензивном физичком напору и траје релативно кратко тако да не оставља неповољне последице. Приликом дисања треба обратити пажњу на издисање како би се ваздух који се удише (богат кисеоником) мешао са што мање ваздуха у коме је знатно мање O_2 а више CO_2 него у атмосферском ваздуху. У ту сврху потребно је радити вежбе дисања којима би се усвојила правилна техника дисања, развио респираторни систем у условима који су блиски условима физичке активности. Ове вежбе примењују се са циљем да се научи управљање дисајним процесом према потреби, врсти и интензитету активности, да се повећа снага дисајних мишића, да се повећа максимална плућна вентилација и еластичност мишића грудног коша, да се повећа витални капацитет плућа, при чему треба вршити рад умереног интензитета. Појачана хипервентилација плућа у мировању може довести до смањења количине CO_2 у плућима што условљава сужавање крвних судова мозга и појаве вртоглавице.

Побољшање специјалних облика издржљивости

Специјални облици издржљивости обухватају активности које могу да буду различитог интензитета, променљивог интензитета, ацикличног карактера (спортске игре и борилачки спортови) и активности у којима је заступљена снага. У активностима различитог интензитета потребно је спортисту припремити за кретање адекватно такмичарским условима и енергетским потребама за што ефикаснији учинак. Специфична издржљивост може се детаљније описати као способност извођења задатака различитог интензитета у продуженом трајању у складу са структуралним, биомеханичким, и кинетичким карактеристикама спортске активности.

Специфична издржљивост представља способност да се активност високог интензитета врши у дужем временском периоду. Структура активности углавном зависи од специфичности спортске дисциплине. Може да буде специфична издржљивост у спортским играма, у борилачким спортовима, у пливању, трчању и сл. Према начину одређивања интензитета може да буде у односу на снагу или брзину. Тако да може да се дефинише као **снажна** издржљивост или **брзинска** издржљивост. Када је реч о специфичном испољавању брзине, у савременом спорту неопходно је испољавање **издржљивости у брзини**.

Интезитет специфичног оптерећења у неким спортовима и спортским дисциплинама резултат је релативно подједнаког удела савладавања отпора и брзине. Таква специфична радна способност позната је као **брзинско-снажна** издржљивост. **Снажна** издржљивост подразумева способност дуготрајног испољавања снаге, односно велики број снажних активности без смањења ефикасности, које карактерише савладавање унутрашњег или спољашњег отпора или оптерећења (властите тежине, телесне тежине противника, справе или околине). Овакав вид издржљивости заступљен је у спортовима који имају велики број скокова какви су одбојка и кошарка, када се оваква издржљивост назива **скочна** издржљивост, као и у другим спортовима у којима је снага испољена на други начин, као што је то у гимнастици, борилачким спортовима, веслању и сл. Уколико се ово испољавање одвија у статичким условима реч је о издржљивости у **јачини**, при чему је изражена изометријска мишићна контракција. Код издржљивости у јачини интензитет није максималан као при самој јачини, али је

време испољавања јачине дуже и подразумева издржаје у различитим положајима.

Брзинска издржљивост је специфично испољавање издржљивости у спортским активностима у којима је неопходно испољавање брзине у дужем временском периоду. Према својој структури могло би се рећи да представља комбинацију брзине и издржљивости, мада је у ствари способност великог броја понављања брзе активности у условима када је присутан замор. Уколико је неопходно испољавање максималне брзине у условима који су специфични у различитим спортским активностима, нарочито у спортским играма онда је реч о **издржљивости у брзини**. За њу су карактеристични спортско специфични периоди одмора између активности, али је неопходно да се активност одвија максималном брзином. Припрема за овај вид издржљивости одвија се кроз испољавање максималне брзине у трајању до 6 секунди са кратким паузама (мање од 30 секунди), при чему би паузе требало да буду у складу са паузама у одговарајућем спорту и са структуром и бројем серија којима се омогућава да се испољена брзина одржава на максимуму.

Тестирање издржљивости

Са циљем да се добију очекивани ефекти примене различитих метода за развој издржљивости неопходно је вршити контролу интензитета рада током активности, током паузе и на почетку следеће активности. На основу тога могуће је одредити и контролисати и трајање и карактер паузе како би вежбачи наредне активности започињали правовремено. Физиолошки одговор на сваку активност најлакше је пратити променама срчане фреквенције. У зависности од интензитета активности фреквенција срца достиже одговарајући број откуцаја и на основу резултата теста могуће је прецизно одредити зону интензитета. За тестирање функционалних способности као и за одређивање максималне фреквенције срца користе се различити тестови. Тестови за процену издржљивости треба да буду прилагођени узрасним карактеристикама вежбача, као и структури такмичарских активности одређене спортске гране. Према месту и начину примене деле се на **лабораторијске** и **теренске** тестове.

Лабораторијски тестови спроводе се у строго контролисаним условима при чему их је могуће прилагодити различитим спортовима према ангажованој мускулатури и оптерећењу које је потребно за добијање прецизних неопходних података. За тестирање издржљивости у лабораторији користе се различити ергометри од којих је најзаступљенији **бицикл** ергометар, затим покретне траке за трчање (**тредмил**), а у новије време, да би услови тестирања били што је могуће више специфични, **веслачки**, **кајакашки** и други ергометри. Процедуре тестирања су прилагођене категорији такмичара и такмичарској дисциплини. Ови тестови се углавном примењују појединачно.

Директно одређивање максималне потрошње кисеоника (**VO₂ max**) могуће је вршити помоћу спирографије (апаратуре која се састоји од маске и апарата које мере проток кисеоника). Постоји више начина помоћу који се може добити резултат. Углавном се врши протокол у коме се постепено повећава оптерећење.

Трчање на тредмил траци један је од многих протокола теста и обухвата повећање брзине за 1 km/h на свака 2 минута, при чему је почетна брзина у тесту 10 - 12 km/h у зависности од припремљености спортисте. Примењена апаратура

веома ефикасно израчунава вредност $VO_2 \max$ на основу брзине којом је испитаник трчао у моментима када је достигнута $VO_2 \max$.

Други начин за одређивање је вожња на бицикл ергометру (стационарани бицикл) где протокол теста обухвата повећање оптерећења за по 30 W (вати) сваких 60 секунди, у условима када је почетно оптерећење 150 W.

Оба теста се завршавају када спортиста није у стању да настави протокол теста под одређеним напором или када је достигнута вредност $VO_2 \max$. Неопходно је нагласити да се вредност $VO_2 \max$ не достиже при максималном напору, због чега тест често може да се заврши пре потпуне исцрпљености спортисте. $VO_2 \max$ је вредност при којој спортиста узима највећу количину кисеоника из спољашњости, тако да је то практично ефикасност појединца, и управо се због тога вредност јавља пре достизања "платоа". Треба напоменути да се мора бити опрезан приликом одређивања резултата јер начин на који се бележи максимална вредност мора да буде таква да се забележи констатна максимална вредност

Астрандов тест представља поуздану индиректну методу израчунавања максималног аеробног капацитета за чије спровођење је потребна само тредмил трака за трчање. Испитаник након иницијалног загревања од 10 минута креће са тестом који започиње трчањем брзином од 8 км/х без вертикалног нагиба. Након три минута, нагиб се поставља на 2.5%, а потом се након свака 2 минута нагиб повећава за додатних 2.5%. Мери се време до исцрпљености спортисте. Формула на основу које је могуће израчунавање

$$(1) \quad VO_2 \max = (T * 1.444) + 14.99,$$

где је Т време изражено у минутима који се изражавају децималном вредношћу. На основу тога за испитаника који је на тесту трчао 25 минута и 20 секунди, узима се вредност од 25.33 минута где је на основу формуле израчуната вредност $VO_2 \max$ 51.57 мл/кг/мин).

Харвардски степ тест је намењен искључиво здравим особама, а све што је потребно за његову примену јесте клупица или сандук висине од 50 цм, односно 40 цм за жене и штоперица, а тест траје највише 5 минута, или до одустајања испитаника. Испитаник пењање и силазак са клупице врши у току 2 секунде што је укупно 30 пењања у једној минути. Нога с којим се започиње пењање може се мењати, а тест је готов ако се ритам не може одржавати 10 секунди или када прође свих 5 минута. Након што испитаник заврши с тестирањем записује се време трајања теста (највише 5 минута), седе на столицу и мери му се фреквенција срца у трајању од 30 секунди након првог, другог и трећег минута одмора. Након тога могуће је на основу времена трајања теста и три вредности фреквенције срца израчунати индекс теста формулом:

$$(2) \quad \frac{\text{Укупно време трајања теста у секундама (мах 300)} \times 100}{2 \times (\text{збир три фреквенције срца})}$$

У табели су приказане вредности аеробне издржљивости у односу на индекс добијен формулом на основу Харвардског степ теста.

Табела 3. Индекс нивоа АЕ издржљивости на основу резултата Харвардског степ теста

Индекс вредност	Ниво АЕ издржљивости
<55	Лоше
55 - 64	Ниско
65 - 79	Умерено
80 - 89	Добро
>90	Одлично

Тестови ПВЦ170 и ПВЦ75% примењују се за мерење аеробних способности. Тест ПВЦ-170 процењује радни капацитет при срчаној фреквенцији 170 откуцаја у минути, док тест ПВЦ-75% процењује радни капацитет при 75% од максималне фреквенције срца. Поступци су веома слични за два теста, у наставку је описан метод за ПВЦ170. За ПВЦ75% циљеви срца за сваку фазу могу бити различити.

Испитаник изводи три узастопна радна оптерећења на бицикл ергометру на коме је претходно одређена висина седишта. На испитанику се налази пулсметар како би се све време пратила фреквенција срца. Почетно оптерећење се поставља да фреквенција срца буде између 100-115. Током теста број откуцаја срца мери се сваке минуте током 3-4 минута док се не постигне стабилан број откуцаја срца. За 2. и 3. радно оптерећење поставити тако да се постигне између 115-130 и 130-145 откуцаја у минути. Свака срчана фреквенција и радно оптерећење су графички приказани у координатном систему, са линијом која најбоље одговара трима тачкама екстраполисаним за процену радног оптерећења које би одговарало интензитету при коме је фреквенција срца 170 откуцаја у минути (или 75% од максималне срчане фреквенције за тест ПВЦ- 75%). Ову вредност радног оптерећења могуће је онда упоредити с нормама. С обзиром да током овог теста испитаници седе могуће је током теста вршити ЕКГ праћење. Пошто се ПВЦ тест изводи на бицикл ергометру, тест фаворизује бициклисте.

Одређивање линије екстраполације до 170 О/мин може бити субјективно и могуће су евентуалне грешке. Као и ПВЦ 170 и 75%, могу се користити и други нивои, као што је ПВЦ 130 за мерење старијих или других популација у којима нијее пожељно претерано повисити фреквенцију срца.

Теренским тестовима могуће је проценити издржљивост на основу резултата оствареног на тесту и додатних показатеља (најчешће срчана фреквенција на крају теста). Ови тестови се примењују када треба да се процене нечије способности у условима који су блиски активностима које се користе у жељеном спорту. Тако су за тркаче, спортисте у спортским играма најчешће примењивани тестови у којима је заступљено трчање. Са друге стране за пливаче и ватерполисте користе се пливачки тестови, за клизаче и хокејаше клизачки и сл. Да би се одредила максимална фреквенција срца у тестовима за процену издржљивости неопходно је да тестови према својој структури буду са постепеним повећањем интензитета како би се услед акумулираног замора дошло до крајњих могућности испитаника. Теренски тестови који се користе за процену издржљивости су "Шатл ран" (Shuttle run) повратно трчање са постепеним повећањем интензитета на деоници 20м, на кружној стази дужине 400м, Куперов тест трчања на 2400м када се мери време потребно да се претрчи ова дистанца, или на 12 минута када се мери дистанца која се претрчи за ово време, Тест повратног трчања са прогресивним повећањем интензитета на стази

дугој 20 метара са паузом (ЈО-ЈО – опорављајући и интензивни интермитентни тест), тестови Трчања на 500, 600, 800, 1500, 2400 метара...

Табела 4. Вредности Куперовог теста за испитанике различитог пола и узраста – а) мушкарци, б) жене

а)	Узраст	Одлично	Добро	Просечно	Испод просека	Лоше
	13-14	>2700м	2400-2700м	2200-2399м	2100-2199м	<2100м
	15-16	>2800м	2500-2800м	2300-2499м	2200-2299м	<2200м
	17-19	>3000м	2700-3000м	2500-2699м	2300-2499м	<2300м
	20-29	>2800м	2400-2800м	2200-2399м	1600-2199м	<1600м
	30-39	>2700м	2300-2700м	1900-2299м	1500-1899м	<1500м
	40-49	>2500м	2100-2500м	1700-2099м	1400-1699м	<1400м
	>50	>2400м	2000-2400м	1600-1999м	1300-1599м	<1300м

б)	Узраст	Одлично	Добро	Просечно	Испод просека	Лоше
	13-14	>2000м	1900-2000м	1600-1899м	1500-1599м	<1500м
	15-16	>2100м	2000-2100м	1700-1999м	1600-1699м	<1600м
	17-19	>2300м	2100-2300м	1800-2099м	1700-1799м	<1700м
	20-29	>2700м	2200-2700м	1800-2199м	1500-1799м	<1500м
	30-39	>2500м	2000-2500м	1700-1999м	1400-1699м	<1400м
	40-49	>2300м	1900-2300м	1500-1899м	1200-1499м	<1200м
	>50	>2200м	1700-2200м	1400-1699м	1100-1399м	<1100м

Уколико нема могућности да се измери, или се нема увида у нечије резултате тестирања, максимална фреквенција срца теоријски је дуго израчунавана као

$$(3) \quad \text{ФС макс} = 220 - \text{године старости.}$$

Истраживањима везано за индиректно одређивање максималне фреквенције срца **Танака** (2001) је дошао до једначине која се показала као прецизнија,

$$(4) \quad \text{ФС макс} = 208 - (0,7 \times \text{године старости}).$$

На основу обе једначине човек узраста 40 година би имао теоријску максималну фреквенцију срца 180 откуцаја у минути ($220 - 40 = 180$, односно $208 - (0,7 \times 40) = 180$), али за друге узрасне карактеристике резултати једначине према Танаки показују резултате који више одговарају прецизно одређеним вредностима.

Када су познате вредности максималне фреквенције срца могуће је одредити фреквенцију срца која би била одговарајућа за било коју зону интензитета. За израчунавање циљане фреквенције срца неопходно је да се зна вредност фреквенције срца у мировању. На основу ове две вредности и зоне интензитета коју треба одредити фреквенција срца се израчунава формулом према **Карвонену**. У тој формули две вредности су непромењиве и то су максимална и фреквенција срца у мировању. Разлика ове две вредности представља резерву срчане фреквенције, варијабилни део на који може да се утиче различитим интензитетом активности. Формула за израчунавање тада гласи:

Фр. Срца = Фр. Срца у мировању + (Фр. Срца макс – Фр. Срца мир) $\times$ интензитет (%/100) или на примеру за интензитет рада 60% за особу 20 година и

фреквенцијом у мировању 60 откуцаја у минути, при чему је према једначини коју је поставио Танака:

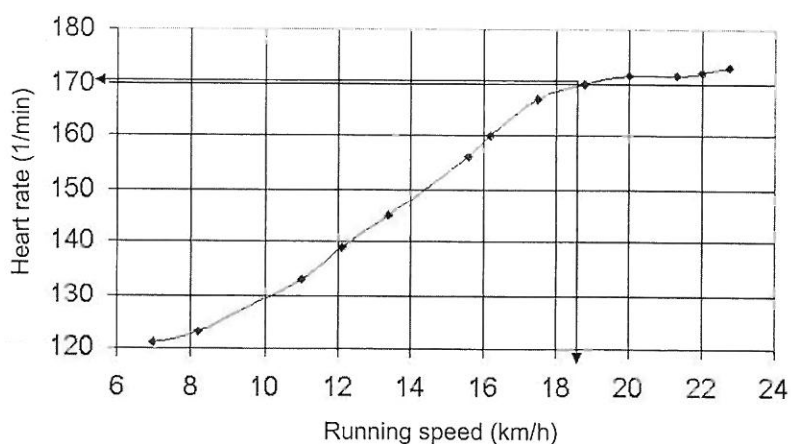
$$\text{Максимални пулс: } 208 - 0,7 \times 20 = 208 - 14 = 194$$

$$\text{Резерва пулса: } 194 - 60 = 134, \text{ на основу чега је}$$

$$\text{Циљани пулс: } 60 + (134 \times 0,6) = 60 + 80,4 = 140,4$$

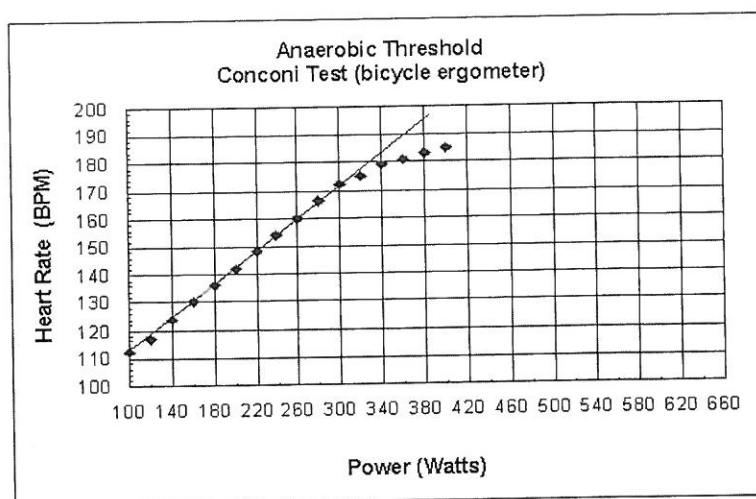
Добијена вредност се користи као средина опсега где се одступање од 2-3 откуцаја толерише као одговарајућа циљана зона интензитета. Контрола задатог интензитета може да се врши тренутно, уколико се користи пулсметар или опрема за телеметријско праћење, односно на крају активности мерењем пулса палпаторно.

Зоне интензитета, када се користе различити софтверски пакети за праћење фреквенције срца, могу да буду одређене на више начина. Први начин је да се зона интензитета одреди у односу на максималну фреквенцију срца, што је већ објашњено. На основу резултата лабораторијских или теренских тестова добије се максимална фреквенција срца, а онда на основу процентуалних вредности одреди фреквенција срца за сваку од пет зона интензитета. Код овог начина вредности интензитета могу да се крећу од 40 – 100%. Други начин је да се одреди вредност фреквенције срца на анаеробном прагу (**анаеробни праг** је вредност фреквенције срца при којој се концентрација лактата-млечне киселине у крви повећава изнад 4 мМола/л) што може да представља границу између аеробних и анаеробних процеса у организму. Вредност фреквенције срца на анаеробном прагу може да буде одређена директно и индиректно. Лабораторијски тестови спроведени на различитим ергометрима који су прилагођени условима спорта за који се спортисти или вежбачи тестирају омогућавају директно одређивање анаеробног прага. Сваки протокол тестирања подразумева добро загревање у трајању од 10-20 минута и након тога прогресивно повећање оптерећења у складу са узрасним и тежинским карактеристикама испитаника. Током теста испитанику се при свакој промени интензитета мери фреквенција срца и узима по кап крви, најчешће из ресице ушне шкољке, и ставља у уређај за одређивање концентрације лактата. Вредност фреквенције срца када концентрација лактата у крви достигне вредност од 4 мМола и почиње експоненцијално да се повећава узима се као вредност анаеробног прага. С обзиром да је та вредност нижа од максималне фреквенције срца зоне интензитета одређују се да фреквенција срца може да буде нижа, али и виша од вредности добијене тестирањем.



Графикон 5. Графички приказ одређења анаеробног прага применом Конкони теста трчањем

За индиректно одређивање анаеробног прага могу да се користе различити теренски тестови. Као један од најпоузданијих показао се **Конкони** тест трчања на деоници 200м (графикон 5). Код овог теста којег је осмислио италијански научник тест се спроводи тако што се испитаник добро загреје у трајању око 15 минута. Након тога потребно је да деоницу 200м трчи у почетку за 60 секунди, а затим се брзина трчања у свакој наредној деоници повећава за 2-3 секунде и након сваке деонице мери се пулс без паузе између деоница. Резултат трчања и вредност пулса уписују се у табелу на основу које је могуће нацртати графикон који има линеарни облик. Након деонице када однос вредности брзине трчања и фреквенције срца престане да буде линеарни, што се другачије назива тачка дефлексије, добија се вредност пулса која се узима за анаеробни праг. Примена Конкони теста на бицикл ергометру подразумева постепено повећање оптерећења за 20 Вати на сваки минут и мери се срчана фреквенција пред промену оптерећења. Добијени подаци уносе се у табелу и на основу њих се на дијаграму одређује тачка дефлексије, када се мења линеарност резултата оптерећења и срчане фреквенције (Графикон 6).



Графикон 6. Графички приказ одређења анаеробног прага применом Конкони теста на бицикл ергометру

Развојне карактеристике издржљивости

Појам развоја издржљивости најчешће се повезује само са развојем способности без дубљег промишљања који сегменти су укључени у дуготрајно вежбање. Да би се боље разумели процеси који утичу на издржљивост важно је разумети два појма који проистичу из физиолошких и функционалних активности које одређују њихово функционисање. **Капацитет** је повезан са количином енергетских извора који су одговорни за вршење рада задатим интензитетом, док је **моћ** одређена брзином процеса обезбеђења енергије. Управо развојем ових процеса могуће је остварити утицај на све облике издржљивости. Капацитет је директно повезан са развојем опште издржљивости и аеробних процеса који одређују и одређени су великим бројем чинилаца. Развојем капацитета остварује се повећање минутног волумена срца, односно количине крви која прође кроз срце у току једног минута. Минутни волумен срца представља производ ударног волумена, количине крви коју срце истисне при

једној контракцији, и фреквенције срца у једном минути. Ово повећање постиже се повећањем ударног волумена, на рачун јачања срчаног мишића и повећања запремине срчане коморе. На рачун овог повећања дешава се повећање брзине крви у крвним судовима, што доприноси бржем транспорту везаног кисеоника и смањење фреквенције срца у мировању као и при било ком раду субмаксималног интензитета. Промене у раду кардио-васкуларног система доприносе и променама респираторног система што се огледа у мањој вентилацији за утрошену јединицу кисеоника, односно потребна је мања количина кисеоника која се допреми до крви да би се остварила већа ефикасност. Због бољег рада кардио-васкуларног система унети кисеоник се брже и у већој количини транспортује до активних мишића што доприноси већој максималној потрошњи кисеоника. Да би се омогућило веће допремање кисеоника до крвотока долази до повећане количине кисеоника који се уноси у плућа и искористи, што утиче на повећање капацитета плућа. Развој аеробних процеса и општа издржљивост омогућавају мање коришћење анаеробних процеса за обезбеђење енергије за вршење рада, јер се већи део енергије обезбеђује из аеробних извора. Самим тим могуће је боље подношење кисеоничког дефицита који настаје на почетку активности високог интензитета и лакше отплаћивање кисеоничког дуга. Због бољих аеробних капацитета долази до мањих промена физиолошких промена при раду, нарочито при активностима мањег интензитета. Враћање на вредности у мировању је брже и лакше након рада различитог интензитета што омогућава бржи опоравак и спремност за вршење нових активности. Примена метода који нарочито утичу на побољшање аеробног капацитета (зона 1 и 2) утиче се на капиларизацију и бољу искоришћеност унетог кисеоника на ћелијском нивоу. Развој капацитета постиже се применом активности мањег интензитета који се одвија у дужем временском периоду при чему је неопходно да замор наступи што касније. Ово се постиже применом метода које ће утицати посебно на развој аеробних способности код деце и младих. Иако постоје налази да се аеробне способности у препубертетском узрасту могу повећати до 10% бољи приступ подразумева да је рад на побољшању аеробних капацитета неопходан, али са индивидуализацијом и поштовањем енергетских принципа и потреба карактеристичних за децу и младе спортисте. Ово је добро знати јер су аеробни капацитети деце и младих на нижем нивоу развијености него код одраслих особа. На развој ових способности није могуће много утицати у периоду пре пубертета, али се зато у пубертету и након пубертета применом тренажних активности могу остварити значајна побољшања. Квалитетна примена метода за развој издржљивости подразумева претходно тестирање и одређивање зона интензитета како би се примениле одговарајуће методе. У периоду пубертета, у узрасту од 8 до 13 година, нису уочене значајне разлике између девојчица и дечака, да би се касније повећале разлике у корист дечака. Ово је последица веће максималне потрошње кисеоника код дечака у пубертету и након пубертета. Имајући ово у виду могуће је закључити да је период од 14. до 17. године нарочито осетљив за правилну примену и организацију тренажних метода који би остварили одговарајући утицај омогућивши оптималан развој издржљивости.

