



**УНИВЕРЗИТЕТ У КРАГУЈЕВЦУ
ФАКУЛТЕТ МЕДИЦИНСКИХ НАУКА**

**ЕФЕКТИ ХИПЕРБАРИЧНЕ ОКСИГЕНАЦИЈЕ НА
ПРОТЕТИЧКУ РЕХАБИЛИТАЦИЈУ
БОЛЕСНИКА СА ЈЕДНОСТРАНОМ
АМПУТАЦИЈОМ ДОЊЕГ ЕКСТРЕМИТЕТА
ДОКТОРСКА ДИСЕРТАЦИЈА**

Др Игор Симанић

Крагујевац, 2013

Вечиту захвалност дугујем мом ментору проф. др Владимиру Јаковљевићу.

Неизмерно сам захвалан проф. др Томиславу Јовановићу.

Велику захвалност дугујем проф. др Мирку Теофиловском.

Колективу ”Специјалне болнице за рехабилитацију и ортопедску протетику”, Београд на челу са директорком др Биљаном Видаковић-Максимовић велико хвала на помоћи и подршци у изради овог рада.

Мојој жени Јелени,
ћерки Мили и сину Алекси

<i>I. Аутор</i>	
Име и презиме:	Игор Симанић
Датум и место рођења:	06.05.1971.године, Никшић, Република Црна Гора
Садашње запослење:	Стално запослен, Начелник одељења, ”Специјална болница за рехабилитацију и ортопедску протетику”, Београд
<i>II. Докторска дисертација</i>	
Наслов:	Ефекти хипербаричне оксигенације на протетичку рехабилитацију болесника са једностраном ампутацијом доњег екстремитета
Број страница:	139
Број табела:	5
Број графикана:	10
Број библиографских података:	291
Установа и место где је рад израђен:	”Специјална болница за рехабилитацију и ортопедску протетику”, Београд ”Завод за хипербаричну медицину”, Београд
Научна област (УДК):	Медицина, Физиологија
Ментор:	Проф. др Владимир Јаковљевић
<i>III. Оцена и одбрана</i>	
Датум пријаве теме:	24.09.2012.године
Број одлуке и датум прихватања докторске дисертације:	84/8, 27.02.2013.године

Комисија за оцену подобности теме и кандидата:	Проф. др Владимир Јаковљевић, председник Доц. др Катарина Парезановић-Илић, члан Проф. др Мирослав Миланков члан
Комисија за оцену докторске дисертације:	Проф. др Владимир Јаковљевић, председник Доц. др Катарина Парезановић-Илић, члан Проф. др Мирослав Миланков члан
Комисија за одбрану докторске дисертације:	Проф. др Гвозден Росић, председник Доц. др Катарина Парезановић-Илић, члан Проф. др Мирослав Миланков члан
Датум одбране дисертације:	

САДРЖАЈ

1.	УВОД	1
1.1.	АМПУТАЦИЈА ЕКСТРЕМИТЕТА КАО ТЕРАПИЈСКА ХИРУРШКА ИНТЕРВЕНЦИЈА	2
1.1.1.	Дефиниција ампутације	2
1.1.2.	Историјат	3
1.1.3.	Индикације за ампутацију	5
1.1.4.	Избор нивоа ампутационе линије	7
1.1.5.	Нивои ампутација	8
1.1.5.1.	Ампутација фаланги и прстију	8
1.1.5.2.	Парцијална ампутација стопала	9
1.1.5.2.1.	Трансметатарзална ампутација	9
1.1.5.2.2.	Транстарзометатарзална ампутација - Lisfranc	9
1.1.5.2.3.	Транстарзална ампутација – Chopart	10
1.1.5.2.4.	Трансмалеоларна ампутација - Pirogoff и Boyd	10
1.1.5.3.	Транстибијалне ампутације	11
1.1.5.3.1.	Дезарткулација скочног зглоба – Syme	11
1.1.5.3.2.	Транстибијална ампутација	11
1.1.5.3.3.	Дезарткулација колена и ампутација по Gritti-Stokes-y	12
1.1.5.3.4.	Трансфеморална ампутација	12
1.1.5.4.	Дезарткулација кука	13
1.1.5.5.	Хемипелвектомија	13
1.1.5.6.	Хемикорпоректомија или транслумбална ампутација	13
1.1.6.	Припрема болесника за ампутацију	13
1.1.7.	Оперативна техника	14
1.1.8.	Непосредне и удаљене компликације	16
1.2.	ПРОТЕТИЧКА РЕХАБИЛИТАЦИЈА ОСОБА СА АМПУТАЦИЈОМ ДОЊЕГ ЕКСТРЕМИТЕТА	19

1.2.1.	Припрема за ампутацију	19
1.2.2.	Школа хода	22
1.2.3.	Самозбрињавање-основни циљ рехабилитације	23
1.3.	ПРОТЕТИКА И ПРОТЕТИЧКА БИОМЕХАНИКА	24
1.3.1.	Основи протетичке биомеханике	24
1.3.2.	Ход	24
1.3.2.1.	Девиијације у ходу особа са потколеним ампутацијом	25
1.3.2.1.1.	Девиијације при удару петом	25
1.3.2.1.2.	Девиијације у међуфази ослонца	26
1.3.2.1.3.	Девиијације при одбацивању стопала	26
1.3.2.2.	Девиијације у ходу особа са натколеним ампутацијом	26
1.3.2.2.1.	Девиијације при удару петом	26
1.3.2.2.2.	Девиијације у међуфази ослонца	27
1.3.2.2.3.	Девиијације при одбацивању стопала	27
1.3.2.2.4.	Девиијације у фази њихања	28
1.3.3.	Функционални делови протезе (лежиште)	28
1.3.3.1.	Лежиште транстибијалног (подколениг) патрљка	29
1.3.3.2.	Лежиште за натколени протезе	30
1.3.3.2.1.	Уздужно-овално лежиште	32
1.3.4.	Механички и структурални делови протезе	33
1.3.4.1.	Колена јединица	33
1.3.4.2.	Стопало	35
1.3.4.3.	Склапање протезе	36
1.3.4.4.	Потколени протеза	36
1.3.4.5.	Л.А.С.А.Р. – Постуре	37
1.4.	КОМПЛИКАЦИЈЕ АМПУТАЦИЈЕ	37
1.4.1.	Препротетичке компликације	38
1.4.1.1.	Одложено зарастање ране	38
1.4.1.2.	Хипотрофија мускулатуре	39
1.4.1.3.	Адхеренција коже за кост патрљка	39
1.4.1.4.	Протрузија кости	39

1.4.1.5.	Контрактуре	40
1.4.1.6.	Едем патрљка	40
1.4.1.7.	Промене у величини патрљка	41
1.4.1.8.	Секундарне промене	42
1.4.1.8.1.	Дисколорација после крварења у кожи	42
1.4.1.8.2.	Пликови и чворићи на врху патрљка	42
1.4.1.8.3.	Застојни дерматитис	42
1.4.1.9.	Позне компликације	42
1.4.1.9.1.	Дубока улцерација	42
1.4.1.9.2.	Верукозна хиперплазија	42
1.4.1.10.	Специфични чиниоци	43
1.4.1.10.1.	Физичко стање ампутираног	43
1.4.1.10.2.	Ампутација: непосредан ефекат	43
1.4.1.10.3.	Ампутација: непричвршћени мишићи на врху патрљка	43
1.4.1.10.4.	Инфламација патрљка	43
1.4.1.10.5.	Остали медицински поремећаји	44
1.4.1.11.	Бандажирање	44
1.4.1.12.	Ожиљак	46
1.4.1.13.	Контрактуре	46
1.4.2.	Постпротетичке компликације	47
1.4.2.1.	Бол у ампутационом патрљку	47
1.4.2.2.	Трофичке улцерације	47
1.4.2.3.	Биомеханички бол	48
1.4.2.4.	Фантомске сензације	48
1.4.2.5.	Фантомски бол	49
1.4.2.6.	Третирање пацијената са фантомским болом	51
1.5.	ПРИМЕНА ХИПЕРБАРИЧНЕ ОКСИГЕНАЦИЈЕ (ХБО) У СКЛОПУ ПРОТЕТИЧКЕ РЕХАБИЛИТАЦИЈЕ	53
1.5.1.	Историјат хипербаричне оксигенације (ХБО)	53
1.5.2.	Хипербарична оксигенација (ХБО)- дефиниција и индикације за примену	54

1.5.3.	Фундаментални закони физике који се примењују у хипербаричној медицини	55
1.5.4.	Ефекти хипербаричне оксигенације на транспорт кисеоника у организму	55
1.5.5.	Хипербарична вазоконстрикција	58
1.5.6.	Ефекти ХБО на еритроците	58
1.5.7.	Ефекти ХБО на парцијални притисак кисеоника у тковима	59
2.	ЦИЉ ИСТРАЖИВАЊА	60
3.	МАТЕРИЈАЛ И МЕТОДЕ	62
3.1.	Испитаници	63
3.2.	Узорковање	63
3.2.1.	Параметри одређивања функционалне оспособљености пацијената са трансфеморалном ампутацијом	64
3.2.1.1.	Упитници које попуњава сам пацијент	64
3.2.1.2.	Професионални извештаји	65
3.2.1.3.	Тестови моторичке и функционалне оспособљености	65
3.2.1.3.1.	Наранг скала	65
3.2.1.3.2.	Локомоторни индекс – LCI	66
3.2.1.3.3.	Тест хода на 2 минута	68
3.3.	Примена хипербаричне оксигенације (ХБО)	68
3.4.	Снага студије и величина узорка	69
3.5.	Статистичка обрада података	69
4.	РЕЗУЛТАТИ	71
4.1.	Основне карактеристике испитаника	72
4.2.	Промене клиничких параметара након екперименталног периода	73
4.2.1.	Фантомске сензације и фантомски бол	73
4.2.2.	Оксиометријски налаз	74
4.2.3.	Палпација пулса над ADP	75
4.2.4.	Обими мускулатуре	76
4.2.5.	Мишићна снага	80
4.2.6.	Контрактуре ампутационог патрљка	82

4.2.7.	Компликације на ампуационом патрљку	82
4.2.8.	Тест по Нарангу	85
4.2.9.	LCI тест	86
4.2.10.	Тест хода 2 минута	87
4.2.11.	Време протетичке рехабилитације	88
5.	ДИСКУСИЈА	90
6.	ЗАКЉУЧЦИ	97
7.	ЛИТЕРАТУРА	101
8.	ПРИЛОГ И БИОГРАФИЈА АУТОРА СА БИБЛИОГРАФИЈОМ	128

I

УВОД

1.1. АМПУТАЦИЈА ЕКСТРЕМИТЕТА КАО ТЕРАПИЈСКА ХИРУРШКА ИНТЕРВЕНЦИЈА

1.1.1. Дефиниција ампутације

Ампутација екстремитета представља хирушки поступак помоћу кога се одстрањује део или цео екстремитет. Далеко чешће се примењује на доњим него на горњим екстремитетима (1, 2). Ампутација као терапијска хируршка процедура, се чини увек из неопходности без обзира на све непријатности које са собом носи по пацијента. Хирурзи се тешко одлучују за ову интервенцију, чине то у крајњој нужди имајући у виду да жртвујући део екстремитета спашавају живот оболелог (3). Нажалост, данас смо у ситуацији, да су без обзира на свеукупни напредак медицинске науке, а посебно хирургије, све учесталије ампутације нарочито доњих екстремитета у свим оперативним програмима широм света. Истина је да се то процентуално разликује од земље до земље, јер је и ниво здравствене заштите и те како различит. Што је ниво здравствене заштите нижи, број оболелих је већи, а указана медицинска помоћ у великом проценту случајева је недовољна за крајњи исход лечења (4, 5).

Међутим једно је сигурно, бар када је реч о ампутацијама, индикације за ове хирушке интервенције су мање више свуда стандардне. Најчешће индикације су исхемије екстремитета изазвана различитим патолошким процесима, пре свега артеријском инсуфицијенцијом (6), ређе венском инсуфицијенцијом (7) или поремећајем лимфног протока (8). Оштећења, изазвана траумом крвних судова или околних ткивних структура (мишића, костију) су такође честа индикација за одређену врсту ампутације (9). Инфекција одређених делова екстремитета (10), која је "неукротива" на лечење, је индикација за ампутацију која се мора урадити без великог закашњења. Ово се нарочито односи на болеснике са дијабетес мелитусом или повредама, где дуготрајно чекање може озбиљно довести у питање функцију бубрега (11, 12).

Приликом самог избора нивоа ампутације оператер мора стално имати на уму степен инвалидитета код пацијента као и могућност функционисања ампутационог патрљка после физикалне терапије и протетисања. Најбољи резултати се постижу у сталној сарадњи хирурга и надлежног физијатра чија је

улога у припреми патрљка за протетисање незаменљива. То је и разлог да се у многим земљама, са развијеном здравственом заштитом формирају специјализовани центри за ове болеснике у којима окосницу медицинског тима чини хирург и физијатар (13).

Имајући у виду сву озбиљност лечења ових болесника као и бројне пропусте, како од стране примењене хирушке технике код ампутације, тако исто и од степена и времена примене физијатријских поступака у припреми ампутиционог патрљка за протетисање, ми смо се у садашњој студији и одлучили да анализирамо све факторе који су од значаја за функционалну способност ампутиционог патрљка.

1.1.2. Историјат

Историјат ампутације се поклапа са развојем људске заједнице. Први покушаји ампутације су везани за ратовања где су се у то време и највише јављале повреде на екстремитетима изазване различитим оружјима, а такође се везују и за разне несреће (трауме) (14). У почетку се ампутација састојала у одстрањењу само пропалог дела екстремитета. Основни проблем у иницијалнијалној фази ампутација су била крвављења и инфекција. На жалост, иако су Целзус и Архигенес били увели хемостазу подвезивањем крвних судова, ова метода је била заборављена кроз цео Средњи век. У то време је хемостаза остала нерешив проблем код ампутација, а покушаји да се успостави хемостаза чињени су употребом врелог уља, спаљивањем крвних судова усијаним гвожђем, а касније и тампонадом (14, 15). Разумљиво је да су са оваквим поступцима резултати били разочаравајући.

Увођењем лигатуре крвног суда од стране Андреас-а Паре-а 1564. год. учињен је значајан напредак на пољу ампутиционе хирургије. Пресецање костију код ампутације екстремитета вршило се неком врстом гиљотинске направе (велике секире) да би тек у 16. веку Баталио увео у употребу специјалне тестере и екразере (16). Посебан проблем је представљао начин покривања коштаног дела мекоткивним покривачем.

Нема сумње да су и тада, а нарочито у 17. и 18. веку чињени покушаји изнајлажња оптималног оперативног поступка како би се резултати ампутације

знатно побољшали. Помињу се бројна имена која су заслужна за величину, обим, дебљину и положај режња код ампултационог патрљка (17).

Један од основних проблема код ампултације тог доба био је недостатак било какве анестезије. Бол се покушавао смањити применом различитих средстава као што су алкохол, различитим лековима за успављивање, стањем шока као и брзином извођења оперативног поступка. Познати француски хирург Лареу у чувеној Бородинској бици тражи од свог санитета да се све операције морају урадити у првих 24 часа од рањавања, а да се ампултације морају урадити за пар минута што је и сам постизао. Сматрао је да се овим поступком у знатној мери смањује патња код рањеника за време и непосредно после операције (18).

Права ера у развоју хирургије уопште, па и ампултационе, почиње са увођењем наркозе за време оперативне интервенције као и спровођењем асепсе и антисепсе. Овим поступцима се постиже знатно квалитетније формирање ампултационог патрљка, нарочито са функционалног аспекта. Непосредно после увођења анестезије у хирушку праксу почиње увођење различитих оперативних техника које су се врло брзо усвајале али исто тако и мењале у зависности од постигнутих резултата. Због великог броја рањеника, недостатка кадрова и немогућности транспорта, у ратовима тог доба доминирају различите схеме поделе екстремитета према важности (нпр. важан део, мање важан, неважан део и део који не смета). Користећи ове схеме, у бројним ратовима је нажалост жртвовано много "важних" делова екстремитета (18, 19). Пошто се овакав прилаз рањеницама показао као неуспешан, захваљујући ставовима и искуству чувеног хирурга Кирсхнера уведено је у праксу као војна доктрина, да се у нивоу борбене линије што мање оперише и то углавном мањи оперативни захвати којима се спасава живот рањеника и омогућава транспорт до прихватних центара у позадини, далеко од борбених линија, где се могло у миру и под бољим и кадровским и техничким условима изводити и сложенији оперативни захвати (19, 20).

Увођењем савремене анестезије омогућено је да се могу изводити и тако сложени оперативни захвати који трају и по неколико часова. Боље познавање антикоагулационих фактора и нова сазнања на пољу трансфузије крви, као и ера антибиотика и аналгетика су нагло довели до експанзивног развоја бројних хирушких дисциплина, па тиме и ампултационе хирургије (20).

Међутим, са жаљењем се може констатовати да се и данас физијатри у својој свакодневној пракси све више срећу са неадекватним ампутационим патрљцима због технички лоше одрађене оперативне процедуре. Разлоге треба тражити искључиво у субјективном прилазу и односу хирурга према овом хирушком поступку. Наиме, ампутација било ког дела екстремитета на спада у атрактивну хирургију због чега је нерадо раде бројни хирурзи, а поготово они искусни. Из тих разлога, ове интервенције раде млађи хирурзи са недовољно знања и искуства, углавном "рутински", не водећи много рачуна о функционалном статусу ампутационог патрљка што ће и за физијатра који ради на протетисању и за самог болесника представљати озбиљан проблем, можда чак и целог животног века.

У многим хируршким установама примењују се различите оперативне технике код различитих нивоа ампутације екстремитета. Њихово описивање излази изван оквира овог рада. Међутим, заједнички именитељ код свих је, да патрљак буде што функционалнији и што по вољнији за протетисање. Функционалан је онај ампутациони патрљак код кога је коштани део покривен мекоткивним покривачем, првенствено мишићима и кожом која не сме бити оштећена. Сви се углавном слажу да треба отпочети рану рехабилитацију лаганим вежбама како би се ослабљема мускулатура због инактивности што пре учинила функционалном, зглобови разгибали, адаптирао центар у кичменој мождини и мозгу на нову координацију мишића и дозирала снага (20).

1.1.3. Индикације за ампутацију

Патолошка стања која могу да буду разлог ампутације на различитим нивоима екстремитета су бројна (21). Одлука да се неке ампутира екстремитет није лака, али никада не сме да се у индикованим случајевима доноси касно, јер у противном то може да угрози живот оболелом.

Најчешће индикације су следеће:

- траума (22),
- оштећења изазвана исхемијом екстремитета (23),
- сепса изазвана локалном инфекцијом (23),
- тумори различите генезе (24),

- урођене аномалије (25).

Масивна оштећења нису спорна нити дискутабилна када је реч о доношењу одлуке о ампутацији. Међутим, и оштећења мањег степена уколико не показују тенденцију зарастања, а угрожавају болесника због немогућности опоравка и рехабилитације, могу представљати у одређеним случајевима индикацију за ампутацију оболелог дела екстремитета. Неукротив бол, изазван хроничном исхемијом, било које генезе је такође индикација за ампутацију (21-23). Ресорпција токсичних продуката који настају разградњом меких ткива могу у знатној мери ослабити бубрежну функцију као и функцију других паренхиматозних органа што може озбиљно довести у питање живот оболелог. Развој инфекције, која се брзо шири нарочито у ризичних болесника као што су дијабетичари не сме да одлаже одлуку о благовременој ампутацији (23).

Малигни тумори или урођене аномалије као што су урођене артериовенске фистуле, су на срећу ретки, јер се ретко локализују на екстремитетима. Најчешће су то саркоми, ретикуло и остеосаркоми, Евингов сарком и ретикулосарком (24).

Међу поменутих разлога за ампутацију свакако је најчесталија исхемија изазвана васкуларном инсуфицијенцијом. Међу узроцима акутне исхемије су: емболија и тромбоза магистралних артерија на екстремитетима као и лигирање главних крвних артеријских судова (23). Хронична оклузивна артеријска обољења изазвана артериосклерозом или Биргеровом болест, су такође чест узрок ампутације због неукротиве исхемије (26). Исто тако исхемија која се јавља после неуспелих артеријских реконструкција представља праву индикацију за ампутацију са којом се такође не сме дуго чекати. Руптуре већих артеријских анеуризми, који се на време не реконструишу доводе до исхемије која захтева ампутацију (27).

Иако се венска инсуфицијенција изразито ретко помиње као индикација за ампутацију, ипак код масивне оклузије дубоких вена изазваних тромбозом може настати оштра исхемија која захтева ампутацију (28).

1.1.4. Избор нивоа ампутационе линије

Мишљења око нивоа ампутационе линије су још увек подељена поготово у институцијама које немају добру дијагностику и искусан тим хирурга који изводе ове интервенције. Још увек код појединих хирурга важи схватање да ниво ампутације треба да буде на средини натколенице без обзира колико су исхемијске промене масивне (29). Међутим, данас је од већине прихваћен став да следећи параметри одређују ниво ампутационе линије (30):

1. ниво оклузије главне артерије,
2. екстензија исхемијских оштећења и брзина са којом се шире,
3. присуство инфекције, односно суве или влажне гангрене,
4. опште стање болесника.

Пре сваке одлуке о ампутацији сем клиничког прегледа неопходно је, у установама где је то могуће, учинити и ехосонографски преглед артерија оболелог екстремитета као и ангиографију и на основу тога утврдити ниво ампутационе линије.

Уколико је оклудирана површна бутна артерија у доњој трећини, неопходно је ампутирати ногу на нивоу горње и средње трећине натколенице. Оклузија поплитеалне артерије до саме рачве дозвољава ампутацију непосредно изнад линије коленог зглоба. Оклузија рачве поплитеалне артерије са почетним деловима тибидјалних артерија опредељује ампутациону линију на нивоу средње и горње трећине подколенице, док оклузија дисталних тибидјалних артерија захтева ампутацију на нивоу стопала (31).

Припрема за ампутацију обухвата преоперативну евалуацију и консултовање са физијатром о ампутацији, нивоу ампутације и исходу. Када ампутација није ургентна, веома је важна физичка и психолошка припрема пацијента и породице. Дакле, тимски мултидисциплинатни приступ (физијатар, хирург, ортопед, психолог, психијатар, дефектолог, социјални радник, протетичар, физиотерапеут, медицинска сестра, интерниста) је неопходан у евалуацији особа са ампутацијом (32).

Овај процес се одвија кроз следеће медицинске и рехабилитационе поступке (32):

1. лекари чине максималне напоре да сачувају угрожени екстремитет, али ако то није могуће, потребно је направити план ампутације који би обезбедио оптималну дужину ампутиционог патрљка, облик и функцију коштаног и меких ткива уз могућност доброг зарастања, а са циљем да се омогући што боља функција са протезом,
2. одржавање обима покретљивости зглобова и грубе моторне снаге мишића ампутиционог патрљка, али и сегмената валидног екстремитета; опште кондиционе и вежбе дисања,
3. очување општег здравља и стања валидних екстремитета, адекватан третман других компликација и пратећих болести,
4. избор, израда и апликација протетичког помагала као и потребне корекције кроз фазне пробе.

1.1.5. Нивои ампутација

Класични нивои ампутација су само водич за одређивање најповољнијег места на екстремитету за операцију. Ниво ампутације одређен је местом пресека кости, а добијен сегмент треба да задовољи функционалне захтеве и физичке карактеристике потребне за апликовање протезе. Захваљујући новим микроваскуларним техникама знатно је повећана могућност очувања резидуалног екстремитета и на нивоима који су раније били проблематични (33). Дакле, циљ је сачувати оптималну дужину ампутиционог патрљка како би се програм протетичке рехабилитације могао да спроводи на оптималан начин.

1.1.5.1. Ампутација фаланги и прстију

Ампутација фаланги или прстију је индикована једино ако је обезбеђена добра циркулација. Она може бити неопходна после успешног васкуларног реконструктивног захвата или симпатектомије, али је најчешћа после трауме. Могу бити ампутирани један, више или сви прсти, а ако се при том уклони и одговарајућа метатарзална кост, таква операција се назива "зракаста ампутација"

(34). Највећи дефицит у стабилности, биомеханици и покретљивости се среће приликом ампутације палца. Тежина тела се тада преноси на латералну ивицу стопала. Глава прве метатарзалне кости се мора добро заштити од притиска и торзије. Због повећаног оптерећења, могуће су повреде IV и V прста, што у комбинацији са инсуфицијентном циркулацијом може довести до реампутације. Биомеханички је најповољнија ампутација неког од средњих прстију (34). Ампутација фаланги, прстију или зракаста ампутација се збрињавају кроз ортопедску ципелу. Она мора да буде чврста, дебља и дубока да би се обезбедило место за такозвани "филер". Њиме се попуњава празнина у ципели и најчешће се прави од филца, силикона, пенасте гуме или неког од нових пластичних материјала (35).

1.1.5.2. Парцијална ампутација стопала

1.1.5.2.1. Трансметатарзална ампутација

То је ампутација непосредно проксимално од главица метатарзалних костију. Ожиљак је смештен дорзално, а врх патрљка би требало да буде добро заштићен слојем меког ткива. Приликом ослонца преостали део стопала има тенденцију да се "расплине" у страну. Збрињава се ципелом са "филером" и такозваним "ролером". "Ролер" је заобљено испупчење у ђону, у нивоу главица метатарзалних костију, које помаже приликом пребацивања преко предњег дела стопала (36).

1.1.5.2.2. Транстарзометатарзална ампутација - Lisfranc

То је ампутација кроз Лисфранк-ов хируршки зглоб: између тарзуса и метатарзуса. Тако добијен патрљак има тенденцију да заузме еквиноварус положај, због преваге м. трицепса и м. тибалис антериор. Антериорни део је осетљив на повреде и склон је улцерацијама. У предпротетичком периоду важна је превенција контрактура и апликација ортозе у корективном положају. Збрињава се преко ципеле са "филером" и "ролером" (37).

1.1.5.2.3. Транстарзална ампулација - Chopart

То је ампулација кроз тарзус приликом које остају очувани талус и калканеус. Некада је потребна артрореза скочног зглоба јер његова функција може довести до нестабилности и повређивања ткива. Протеза се састоји од кратког кожног корзета преко скочног зглоба уметнутог у дрво или пластично стопало. Ослонац је на петном јастучету, а корзет обезбеђује стабилност и спречава клизање и торзију у лежишту. Ако стање патрљка дозвољава, апликује се протеза од ортолена или пенасте гуме обложене кожом и уметнуте у ципелу. Када пацијент има болну осетљивост дисталног крајка патрљка или су присутне улцерације, мора делимично или потпуно да растерети ослонац преко лигамента пателе (37, 38).

1.1.5.2.4. Трансмалеоларна ампулација - Pirogoff и Boyd

Код ове врсте ампулације остаје очуван само део калканеуса који се причврсти на доњи крајак тибиде. Тиме је остало очувано петно јастуче и омогућен ослонац на врх патрљка, али је протетисана страна дужа од валидне. Врх патрљка је крушкастог облика и није најпогоднији за протетисање (39).

Код парцијалних ампулација стопала често се користе ортозе. Некад су помоћно средство уз кинезитерапију, а некад део дефинитивног решења. У протетичком збрињавању ових ампулација користе се савремени материјали као што су: термопластика, ортолен, пенаста гума, силикон али и традиционални као што су кожа и филц. Обично се не могу користити индустријски обликовани елементи за протезе као код виших нивоа ампулација, већ се морају правити за сваког пацијента појединачно.

Некад је могућа адаптација већ постојећих ципела али је потребно да је ципела чврста, довољно дубока и пространа, да се попуни "филером". Обично је за један број већа од ципела коју пацијент већ користи. У кинезитерапији су најважније превенција контрактура и вежбе баланса. Корисне су вежбе хода по неравном терену и разним врстама подлоге (шљунак, трава, земља). Једна од предности ових ампулација је могућност ослонца на врх патрљка. То пацијенту дозвољава већи комфор у кућним условима јер не мора да ставља протезу на

краћим релацијама. Недостатак је изложеност врха патрљка повредама и улцерацијама што код пацијента са угроженом циркулацијом може довести до реампутације (39).

1.1.5.3. Транстибијалне ампутације

1.1.5.3.1. Дезартикулација скочног зглоба - Syme

Ниво ампутације по Syme-у је кроз или непосредно изнад малеолуса. Петно јастуче остаје очувано и постоји могућност ослонца на врх патрљка (40). Патрљак је на дисталном делу шири, булозан и дуго времена је сматран неподесним за протетисање. Међутим, коришћењем нових материјала у протетици знатно је повећана могућност функционалног и естетског побољшања. Старији тип протезе има једну врсту корсета, смештеног медио-дистално на лежишту, који се приликом облачења протезе отварао, а приликом коришћења стегао. Новији тип има на том месту отвор, покривен еластичном гумом, која служи као суспензија. Најновији тип протезе има лежиште са двоструким зидом, при чему унутрашњи еластични зид служи као суспензија. Ако је неопходно, могуће је делимично растеретити врх патрљка преко пателарног лигамента и додати супракондиларну суспензију. Стопало за овај тип протезе мора бити плиће у односу на стандардно, због егализације дужине са валидним екстремитетом (40).

1.1.5.3.2. Транстибијална ампутација

Транстибијална, односно потколена ампутација, омогућава висок проценат успешног протетисања. Предност очуваног коленог зглоба је очигледна са два аспекта: ефикасна је контрола протезе уз мали енергетски утрошак и пацијент има оријентацију о положају протетичког стопала у простору. Контраиндикације за протетисање су ретке код овог нивоа. То може бити генерални недостатак рехабилитационог потенцијала или немогућност функционалне контроле колена као што су сенилност или спастична стања после церебро-васкуларног инсульта (41). Тешкоћу може стварати фиксирана флексиона контрактура што се решава апликацијом специјалне протезе са ослонцем на

савијено колено.

Неповољна је ампутација кроз горњу трећину потколенице јер нема довољно меког ткива да заштити врх кости, циркулација је слаба, а конфигурација тибије је неповољна. Најповољнији је ниво на споју средње и горње трећине потколенице. Дужина патрљка од 14 цм, мерено од тибијалног платоа, је функционално задовољавајућа, док мања од 8 цм је проблематична за протетисање. Код тако кратких патрљака одстрањује се комплетна фибула јер због расцепа интеросеалне фасције настаје деформитет у виду ангулиране фибуле: фибула валга (41).

1.1.5.3.3. Дезартикулација колена и ампутација по Gritti-Stokes-у

Дезартикулација кроз колени зглоб оставља фемур очуван целом дужином (42). Патела је на своме месту и омогућен је ослонац врхом патрљка. Дугачка полуга и очувани мишићи обезбеђују добру функцију и контролу протезе. Тотални контакт даје добру проприоцепцију, а булозни облик патрљка могућност суспензије кроз лежиште. Рез се прави кроз епикондиле фемура, а патела се са доње стране учвршћује на тако добијен крајак. Ослонац је на врху патрљка. Није потребно дуго чекати на атрофију меких ткива, јер су мишићи углавном очувани. Потребно је специјално плитко четвороосовинско колено да би се максимално смањила разлика у осовини анатомског и протетичког колена (42). Нешто је теже козметички обликовати овакву протезу.

1.1.5.3.4. Трансфеморална ампутација

Приликом ампутације надколенице губе се два велика зглоба што се не може у довољној мери надокнадити протезом: ход остаје мање или vise асиметричан. Енергетски утрошак и захтев за кисеоником је знатно већи приликом хода са натколеном (49%), него са подколеном протезом (9%). Да би се оставило довољно места за протетичко колено потребно је барем 12 цм простора изнад анатомске осовине коленог зглоба (43). Идеална висина ампутације је на споју доње и средње трећине натколенице или 25-30 цм од великог трохантера. То омогућава дугачку и довољно снажну полугу за контролу протезе. Оперативни рез

добро и брзо зараста, јер је васкуларизација добра. Минимална дужина патрљка која омогућава апликацију класичне надколоне протезе је 10 цм од тубера исхијадичне кости. Честе су флексионе контрактуре кратких патрљака. Контрактуре до 30° могу се протетички решити (43).

1.1.5.4. Дезартикулација кука

Малигнитет је најчешћи узрок ове ампулације, али и траума. Рез може ићи кроз сам зглоб, када се одстрањује цео фемур или кроз интертрохантерну линију. Нешто је боља медио-латерална стабилност ако су остављани глава и врат фемура (44). Израђује се посебна протеза, позната као "канадска корпа". Лежиште је у облику кожног или пластичног корзета преко пелвиса са местом ослонца на туберу исхијадичне кости и делимично на обе кристе илијаке. Нема полуге патрљка којом би пацијент изводио покрет, већ прилоком хода користи замах карлицом и телом уз инерцију (44).

1.1.5.5. Хемипелвектомија

Хемипелвектомија је одстрањивање пола пелвиса. Протеза је слична претходној, само је корзет дубљи и ослонац је на меком ткиву и доњим партијама торакса (45).

1.1.5.6. Хемикорпоректомија или транслумбална ампулација

То је највиши ниво и најтежи облик ампулације. Изводи се веома ретко, а први пут је успешно урађена тек 1961.г. Оперативна линија иде кроз лумбални део кичме када се одстрањује доња половина тела. Нови, лаки материјали омогућавају израду протеза за седење и стајање (46).

1.1.6. Припрема болесника за ампулацију

Иако ампулација не представља атрактивну хирургију неопходно је да се пре сваке интервенције болесник максимално припреми како би у што

оптималнијем стању био подвргнут захвату. Дакле, не постоје неке специфичне припреме за ову врсту интервенције, али је сарадња са анестезиологом и одговарајућим интернистом неопходна ради корекције евентуалних електролитних поремећаја и контроле функције виталних органа. Ако би се могло издвојити нешто специфично за ове болеснике, онда је то преоперативна психичка припрема болесника (47). То из разлога што су ови болесници изложени великом психичком оптерећењу. До тада "здрав" болесник улази у један психички и социјални проблем и то не само због унакажења изазваног ампутацијом, већ и због осећаја да више није стандардан члан друштва што све скупа доводи до озбиљних патњи (47).

Психо припрема зависи од степена образовања болесника а изводи се тимски: целокупно медицинско особље на челу са хирургом, уз учествовање психолога и психотерапеута. Третман се по потреби допуњује одговарајућим психоинфармацима.

1.1.7. Оперативна техника

На избор оперативне технике утичу многи фактори као што су: старост болесника, опште стање, локални услови (чисти или септични), интензитет промена на екстремитету, узрок промена, као и искуство хирурга у овој хирургији. Понекад и спољни фактори диктирају врсту операција као што је фактор време за време рата, масовних повређивања у разним несрећама, кадровска и техничка опремљеност медицинске установе и др.

Основна идеја водиља код сваког хирурга би требало да буде да ампутациони патрљак буде тако формиран да у функционалном погледу може да се што боље оспособи. Да би се то постигло неопходно је да сва ткива која учествују у формирању патрљка буду сачувана у оној мери која ће омогућити да се патрљак формира без компликација и да буде погодан за протетисање без већих проблема и дуготрајне припреме.

Постоје различите оперативне технике за различите нивое ампутационих линија (48-52). Њихово детаљно описивање није предмет нашег разматрања тако да ћемо се ограничити на оне елементе код ампутационе технике који су од интереса за функцију ампутационог патрљка.

Основни постулат који се мора испоштовати је да коштани сегмент мора бити добро покривен мекоткивним покривачем. Кожа која је прва на потезу ампулације, захтева као врло осетљив орган пуну пажњу. Уз претпоставку да се у припреми оперативног поља испоштују сва правила антисепсе, сваки потез на кожи мора бити срачунат на што мању трауму коже и на њену добру прокрвљеност (48-50). То подразумева да се сече под правим углом а величина кожног покривача се модулира према патрљку на самом крају операције. Поткожно ткиво се не сме безпотребно трауматизовати. Поткожно ткиво и кожа су иригирани крвним судовима који пролазе кроз фасцију и гранају се тек у поткожном ткиву и самој кожи. Кожа на крају мора глатко да налегне и не сме бити под тензијом. Такође, шавови који се пласирају на кожи не смеју бити натегнути. Шавови поткожног ткива се раде чврсто са мишићима неостављајући слободне просторе у којима се може формирати хематом који је погодан за постоперативну инфекцију, која, ако се догоди, зна да буде доста дуготрајна и упорна. Између мишића и коже је неопходна дренажа како би се избегли хематоми (49-50).

Мишићна маса на екстремитетима претставља највећи део масе што се јасно види и приликом пресецања истих и њиховом ретракцијом. Раније су хирурзи острењивали већи део мишићне масе сматрајући је непотребном и отежавајућим фактором због његове контрактилности. Међутим, данас је преовладало мишљење да мишићну масу треба сачувати и пажљиво поступати са њом јер је она и главни елемент за прекривање коштаног фрагмента (50, 51).

Имајући у виду раније истакнуту чињеницу да се преостали коштани сегмент мора покривати мекоткивним покривачем, намеће се неопходност да приликом пресецања одговарајуће кости иста мора бити нешто краћа од инцизионе линије на кожи и мишићима. Некада се сматрало да је главна нутриција кости из коштаног канала због чега се приликом пресецања дугих костију отвор затварао периостом или слободном кости. Међутим, најновија истраживања су доказала да се главна нутриција кости одиграва преко периоста (51, 52). Из тих разлога се последњих година не врши депериостизација костију. Ово се знатно лакше постиже код ампулација натколенице него потколених костију.

Код ампултација на нивоу испод колена посебан проблем представља стабилност двеју ресецираних костију. Ово се више односи на фибулу због чега су неки аутори пледирали за комплетно острањење фибуле што донекле дестабилизује колени зглоб због одређених припоја зглобних веза за фибулу. Чињени су покушаји и са посебним фиксаторима између две кости. Данас се делимично удовољава тим захтевима на тај начин да ниво ресециране фибуле буде нешто виши од нивоа тибије (53, 54).

Познато је да су велики нерви одговорни и за инервацију патрљка па самим тим и за постопетативне болове који нису реткост у патрљку. Из тих разлога је исте приликом ампултације неопходно идентификовати и ресецирати одговарајућом техником. Нерв се не сме пресецати изнад нивоа ресекције мишића јер се тако један сегмент мишићне масе оставља инервисаним. Да би се избегле компликације типа неуриннома на линији пресека као и појава фантомских болова данас се користе различите технике. Већина аутора предлаже да се уз нерв пратећа артерија педантно повеже како би се предупредили постоперативни хематоми, а сам нерв клемује пеаном неколико пута на самом крају (53, 54). Користиле су се и посебни чепови од вештачког материјала за прекривање нервног окрајка, али се данас показало далеко практичније и ефективније убризгавање одређених лекова (Хистоакрул) који могу да формирају праву пломбу на линији пресека нерва. Ово све у циљу што мање иритације механичким факторима нервног патрљка. Права генеза фантомског бола још увек није пронађена тако да се ова компликација неком посебном оперативном техником сем поменутих и не може предупредити (55).

Добра прокрвљеност ампултационог патрљка, педантна интраоперативна хемостаза и превентивна примена антибиотика локално и парентерално су гаранција брзог зарастања оперативне ране, а самим тим и стварање могућности за рану рехабилитацију и припрему патрљка за протетисање.

1.1.8. Непосредне и удаљене компликације

Непосредне или ране компликације су нажалост доста честе. Разлога за то има пуно. Процент ових компликација је већи него код асептичних ортопедских операција. На појаву компликација утичу, сем оперативне технике и неки фактори

на које не можемо пуно утицати као што су старосна доб болесника, пратећа обољења, ранија оштећења на кожи (зрачење), хормонални поремећаји (диабетес мелитус), гојазност и др (56, 57).

Међу најраније компликације које се могу јавити одмах после операције спадају хематоми и сероми (58). Свакако да је инфекција најчешћа компликација (59, 60). Манифестује се појавом отока, црвенила и повишеном температуром. Захтева одмах ревизију ране и конзервативни третман редовним превијањем и применом антибиотика. На срећу редак, али озбиљан проблем представља појава гасне гангрене (60, 61). Обично се јавља код натколених ампутација где је велика мишићна маса затворена испод шавова, а допринос томе даје и непосредна близина ануса. Ако се редовно спроведе превентивна заштита адекватним антибиотцима ова компликација се може увек избећи.

Некроза коже једног или оба кожна флапа је такође честа непосредна постоперативна компликација (62, 63) и јавља се обично између уклањања дрена и кожних сатура (63). Постоје бројни разлози развоју некротичних плажа на кожи. Најчешћи су грешке у оперативној техници због натегнуте коже и пласираних шавова под тензијом, недовољно педантна хирушка техника која због "малтретирања" ткива доводи до едема и лоше хемостазе.

Други разлог појави кожне некрозе је инсуфицијентно крвно снабдевање. Најчешћи разлози овој појави су погрешна процена пре операције, прогресија болести на крвним судовима, њихово тромбозитање како артеријских, тако и венских. Срчана слабост, шокно стање, такође могу оштетити микроциркулацију и довести до исхемије и некрозе. Притисак од хематома и неадекватна дренажа могу значајно утицати на појаву некрозе коже (63).

Касне компликације су ређе. Међу њима се помиње флексиона контрактура патрљка, нарочито код натколених ампутација и појава бола на нивоу патрљка и тзв. "фантомски" бол (64). Појаву бола било које генезе треба схватити озбиљно јер само безболни патрљак омогућава добро функционисање, адекватно учествовање у друштву и обавезама. Болан патрљак онемогућава нормалан ритам не само болесника већ и читаве његове породице. Против бола се боримо углавном применом одговарајућих аналгетика, повременим ударањем по врху патрљка да би очврснуо и др.

Појава фантомских болова код одређеног броја болесника претставља озбиљан проблем како за болесника тако и за лекара. Етиологија ове појаве је и даље непозната (64, 65). Што се тиче лечења, чињени су разни покушаји који су углавном мање или више остајали без успеха. Међу тим поступцима помиње се и реампутација патрљка, периартеријална или лумбална симпатекомија, разарање одговарајуће зоне у кори великог мозга, ресекција оклудираних артерија и др (65).

Преломи костију се углавном јављају после пада са протезом. У зависности од врсте прелома примењује се одговарајући третман. Најчешће се третирају конзервативно, а једино дислоцирани фрагменти понекад захтевају фиксацију Кирсхнеров-ом жицом (66). После зарастања не треба журити са протезом.

1.2. ПРОТЕТИЧКА РЕХАБИЛИТАЦИЈА ОСОБА СА АМПУТАЦИЈОМ ДОЊЕГ ЕКСТРЕМИТЕТА

1.2.1. Припрема за ампутацију

Рехабилитација особа са ампутацијом доњих екстремитета је веома сложен и дуготрајан процес, који има мултидисциплинарни прилаз, где се тимском евалуацијом стручњака различитих профила решава сваки проблем понаособ (67, 69). Тим сачињавају физијатар, ортопед, хирург, протетичар, физиотерапеут, медицинска сестра, психолог, психијатар, дефектолог, социјални радник, ерготерапут. Део тима наравно чини пацијент са својом породицом (70, 71).

Циљ рехабилитације је постизање максималне телесне, психо-социјалне и професионалне оспособљености ампутиране особе и његове реитнеграције у друштво са акцентом на побољшању квалитета његовог живота (70, 71).

Програм рехабилитације ампутиране особе:

1. клинички преглед,
2. објективизација функционалног дефицита,
3. физичка мерења:
 - мерење дужине екстремитета и патрљка,
 - мерење обима покрета у сегментима доњих екстремитета,
 - динамометрија мишића патрљка,
 - мишићни тест,
 - ЕМНГ.

Протетичка рехабилитација се може поделити у четири фазе:

1. ПРЕОПЕРАТИВНА ФАЗА,
2. ПОСТОПЕРАТИВНА ФАЗА,
3. ПРЕПРОТЕТИЧКА ФАЗА,
4. ПРОТЕТИЧКА ФАЗА

1. ПРЕОПЕРАТИВНА ФАЗА - Рехабилитација пре операције је веома важна и има своје циљеве (72):

- кинезитерапијским третманом осигурати добар тонус и трофику мишића, који након операције имају најважнију улогу у школи хода (мишићи трупа, раменог појаса), одржати екстензоре, аддукторе и ротаторе екстремитета у циљу спречавања постоперативних контрактура (72),
- вежбама одржати проприоцептивне импулсе равнотеже,
- јачати мотив, вољу, психу и одлуку пацијента да успе, припремајући га да прихвати протезу.

Ова фаза рехабилитације је могућа код планираних ампутација и спроводи се амбулантно или на хирушком одељењу.

2. ПОСТОПЕРАТИВНА ФАЗА (73) - траје око две недеље и завршава се зарастањем ране. Почиње рана рехабилитација већ првог постоперативног дана, применом:

- вежби дисања, општих кондиционих вежби, статичким контракцијама, уз контролу физиотерапеута,
- примењују се активне и пасивне вежбе с циљем јачања мишића и превенције контрактура (вежбе екстензора и адуктора кука те екстензора потколенице),
- лежање на трбуху и на неампутираној страни (превенција контрактура),
- припрема за бандажирање патрљка,
- превенција флексионе контрактуре-не сме се подметати јастук испод патрљка, пазити да не виси преко ивице кревета, седишта колица или штака,
- поступном вертикализацијом: вежбе седења, тренинг баланса, трансвер кревет-колица и колица-штаке, почетак устајања и ход са помагалом (73).

3. ПРЕПРОТЕТИЧКА ФАЗА (74) - је период од завршетка зарастања ране до примене протезе. Наставља се са кинезитерапијским програмом, чији су циљеви:

- добра мускулатура и обим патрљка као припрема за апликацију протезе (почиње се са активним, статичким и динамичким вежбама, а постепено

- уз отпор),
- јачање мишића ногу, нарочито м.глуतेуса код натколенице и м.квадрицепса код потколоне ампутације,
- јачање мишића трупа и руку, даље раменог појаса због коришћења штака због школе хода,
- пуни обим покрета свих зглобова доњих екстремитета.

Даље се спроводи бандажирање патрљка као припрема за протетичку фазу рехабилитације. Поступно привикавање на свакодневне активности и постизање самосталности за ову фазу рехабилитације. Процедуре физикалне терапије, уколико постоји едем-криотерапија, модуларне струје, електростимулација мишића (74).

Психолошка припрема пацијента за коришћење протезе, едукација (упутства о коришћењу протезе, нези патрљка и одржавању хигијенско-дијететског режима, лежишта протезе и навлаке за патрљак). Мерења се обављају сваке недеље: мере обима покрета, обим екстремитета и патрљка на неколико задатих нивоа, мануални мишићни тест. Рехабилитациони тим се састаје редовно како би проценио резултате и планирао следећу фазу рехабилитације (74).

4. ПРОТЕТИЧКА ФАЗА:

Након формирања патрљка и постизања структуралне стабилизације истог, као и психофизичке припреме, састаје се тим за рехабилитацију, која даје индикације за одређену врсту протезе (75, 76).

Циљ рехабилитације у овој фази је савладавање употребе протезе.

Предуслов за постизање су:

- уредно спроведен рехабилитациони ток у прве три фазе,
- добро формиран и оптеретљив патрљак,
- пуна сарадња пацијента у тиму.

Индивидуални кинези-терапијски програм се уредно наставља:

- опште-кондициони тренинзи, јачање мишића трупа и раменог појаса,
- вежбе за јачање мишића патрљка,
- вежбе ја јачање мишића друге ноге,
- проприоцептивна нервна фацилитација,
- вежбе равнотеже и координације са протезом,

- вежбе хода.

Ординирају се према потреби процедуре физикалним агенсима.

1.2.2. Школа хода

Предуслов за разумевања школе хода са протезом, јесте познавање нормалног хода (77). У склопу нормалног хода према напред разликујемо две фазе:

- фазу оптерећења или ослонаца и

- фазу њихања.

Фаза ослонаца укључује додир петом, ослонац на пуно стопало, пренос тежине на предњи део стопала и одизање на прсте.

Фаза њихања наступа након одизања прстију, наставља се преносом стопала изнад подлоге и завршава додиром пете. У том тренутку друга нога има ослонац на врховима прстију. То дупло оптерећење је зависно од брзине хода, а при трчању нестаје (77). Ход са протезом се одвија по асиметричном обрасцу и задатак школе хода је да усклади покрете што је могуће боље и максимално их приближи нормалном ходу (78, 79).

Тиме се постиже складан ход и уштеда енергије. Утрошак енергије при ходу са потколеним протезом већи је за 50% од нормалног хода, а 100% са натколеним, а са обостраном натколеницом 400% (80).

Почетак школе хода се спроводи у разбоју вежбом устајања. Болесник се постепено усправља и распоређује оптерећење на протезу и здраву ногу. При томе изводи вежбе оптерећења на једној и вежбе равнотеже на здравој страни. При томе важно је правилно држање свих мишића тела и правилно дисање. Вежбе стајања и равнотеже уз придржавање једном руком, а затим без придржавања (78-80). Вежбе хода: искорак-ослонац на пету, па на прсте.

Вежбе изван разбоја: уз спољашњи руб разбоја и са стаком у другој руци.

Вежбе у слободном простору, изван разбоја, уз помоћ две подлакатне штаке-четворо тактни ход.

Вежбе уз степенице: најпре здрава нога, а протеза је ослонац.

Вежбе низ степенице: прво протезом, па здравом ногом.

Вежбе за савладавање препрека: подизање предмета са пода, падање,

устајање. У почетку школе хода потребно је у одређеним интервалима скидати протезу и посматрати статус патрљка, како би се на време открили евентуални знаци неправилног оптерећења (81, 82).

Ход се може вежбати и уз музику.

Добро обучене особе у коришћењу протезе могу да се баве спортом.

1.2.3. Самозбрињавање-основни циљ рехабилитације

Самозбрињавање као један од основних циљева рехабилитације подразумева првенствено самостално навлачење и свлачење протезе. Болесник треба да научи да правилно усмери и "обује" потколону протезу седећи, надколону стојећи (83). При томе:

- смањити трење, употребом талка или заштитне креме,
- оријентација лежишта према патрљку треба да буде коректна,
- ротација, ампутирана особа треба да научи да разликује места оптерећења на протези, и оптеретива места на патрљку, да зна оријентационе тачке (83),
- треба спречити потискивање меких ткива према горе; код потколенице навлаком, а натколенице спиралним завојем,
- прве вежбе треба спроводити без подпритиска (вентила) и истаћи ампутираној особи непходност напорних контракција ампутиране мускулатуре,
- треба научити ампутирану особу да процењује волумен лежишта и распоред притисака,
- свлачење протезе мора да се спроводи поступно. Посебан опрез код крушколиких патрљака, након сваког скидања, применити хигијенски режим, пратити стање и боју коже (83).

Неопходно је обраћати пажњу на хигијенско дијететски режим, стално одржавање хигијене патрљка, навлака, протезе, водити рачуна о психофизичкој кондицији (83, 84). Дакле, водити рачуна о:

- дневној рутини и нези патрљка,
- чишћењу протезе,
- бандажирању патрљка.

1.3. ПРОТЕТИКА И ПРОТЕТИЧКА БИОМЕХАНИКА

1.3.1. Основи протетичке биомеханике

Биомеханика, као интердисциплинарна наука бави се проучавањем механичких утицаја на организам, примењује закон статике и динамике на функцију нормалног и патолошки измењеног организма. Дакле, сваки поремећај функције локомоторног система, нарочито губитак екстремитета, битно ремети динамику кретања (85, 86).

Ако упоредимо фазу нормалног хода са фазама хода болесника са натколеном ампутацијом, уочићемо битне разлике. Протезом се постиже егализација дужине, надокнађују се зглобови колена и скочног зглоба. На тај начин је задовољен основни статички задатак. За динамичку функцију одговорна је мускулатура карличног појаса и кука. Схватимо условно протезу у функцији парализованог екстремитета. Ова мускулатура почиње фазу њихања и даје убрзање протези, а у фази додира пете активном екстензијом осигурава стабилност у колону (86, 87).

Колено протезе остаје у целој фази ослонца у екстензији, односно у благој рекурвацији, која је осигурана активношћу екстензора кука. Ампутирана особа изводи краће кораке а тежиште пребацује према напред, испред осовине колена, како би спречила настанак момента флексије (Pelvic progression) (85-87). Карлица се креће према напред, тако да се тежиште помакне испред протезе. Пасивна екстензија колена мора се поклопити с фазом додира пете на подлогу. Очигледно је да ће овакав поремећени ход изазван губитком активне функције колена бити још теже компензовати при ходу по степеништу или при устајању из седећег положаја. Из анализе нормалног хода увиђа се сложеност међусобних зависности појединих делова тела (88). Онда, са протезом нећемо решавати само статичке задатке, него и проблеме стајања, ходања па и удобног седења. Често пута се налази компромисно решење.

1.3.2. Ход

Свака промена детерминанти хода која претерано помера центар гравитације увећаном амплитудом и већим убрзањем или успоравањем протезе

утиче на већу потрошњу енергије. За сваку девијацију је битно утврдити не само која је девијација у питању и које делове тела она захвата, већ и у којој фази циклуса хода се она дешава (88). Девијантан ход може бити симетричан или асиметричан. Процена хода обухвата следеће (89):

1. симетрију покрета делова тела (дужина корака, њихање руку, померање трупа),
2. усклађеност покрета (тетурање, губитак баланса, недостатак координације),
3. површина ослонца,
4. присуство или одсуство бола.

Сваки део треба симетрично посматрати на следећи начин (90, 91):

1. глава и врат (да ли су спуштени или подигнути, отегнути, увучени или ротирани),
2. усклађеност покрета (тетурање, губитак баланса недостатак координације),
3. површина ослонца,
4. присуство или одсуство бола.

Сваки део треба симетрично посматрати у односу на положај главе и врата, руку, трупа, карлице, уочити антериорни и постериорни нагиб, подигнути кук, да ли бокови остају једнаки или су оборени, проверити покрете кукова у екстензији, флексији, ротацији, циркумдукцији, абдукцији, аддукцији, колена, проценити стабилност, флексију, екстензију, зглобове и стопала, проверити дорзифлексију, плантарну флексију, еверзију и инверзију, у току фазе њихања и фазе ослонца (91, 92).

1.3.2.1. Девијације у ходу особа са потколеним ампутацијом

1.3.2.1.1. Девијације при удару петом

Прекомерна флексија колена при удару петом настаје из више разлога: обично је томе узрок превише круто петно јастуче. Лежиште може бити превише антериорно постављено у односу на стопало. Пацијент није у стању да пружи адекватан отпор флексији колена, јер има осећај бола над дисталном тибиијом.

Узрок могу да буду слаби мишићи квадрицепса и лоша обука. Недостаци супротни овим узрокују превише успорену флексију колена при удару петом. Ако пацијент постави центар гравитације напред при удару петом тако што ће се савити у струку, значи да осећа бол у дисталном делу тибиге или има слабе мишиће квадрицепса (93).

1.3.2.1.2. Девиијације у међуфази ослонца

Основне девијације о овој фази су медијална или латерална истуреност колена. Ово је обично узроковано неправилним положајем стопала у односу на лежиште. Прекомерна флексија колена у међуфази ослонца може бити узрокована дорзифлексијом стопала, антериорним нагибом лежишта или сувише антериорним положајем лежишта над стопалом (93, 94).

1.3.2.1.3. Девиијације при одбацавању стопала

Нагла флексија колена је обично узрокована сувише антериорним нагибом лежишта, сувише антериорним положајем лежишта над стопалом или прекомерном дорзифлексијом стопала. Недостаци супротни овим узрокују наглу екстензију колена при одбацавању ножних прстију (93, 94).

1.3.2.2. Девиијације у ходу особа са натколеном ампутацијом

Особе са натколеном ампутацијом могу да имају девијације сличне оним које имају особе са потколеном ампутацијом (93, 94).

1.3.2.2.1. Девиијације при удару петом

Једна од девијација при удару петом је положај протетичког стопала са ножним прстима окренутим унутра, што је углавном узроковано млитавим патрљком, вишком меког ткива или неадекватна величина лежишта (95). Један од узрока је превише круто петно јастуче. Понекад, пацијент покушава да постигне већу стабилност колена забијањем пете у под или намерним ротирањем стопала, с

обзиром да колена јединица протезе не може да се савије осим ако њена оса није вертикална у односу на правац кретања. Нестабилност колене јединице је узрокована сувише антериорним положајем колена у односу на тежишну линију (95). Прогресивно увећање флексионе контрактуре кука може да нагласи овај проблем.

1.3.2.2.2. Девијације у међуфази ослонца

Латерално савијање трупа се јавља када постоји бол у препонама или на дисталној латералној страни натколених патрљка. Ређе се јавља и кад постоји абдукциона контрактура. Функционална дужина је комбинована дужина протезе, чарапа за патрљак и патрљка. Ако је протеза функционално сувише кратка, јер патрљак сувише дубоко улази у лежиште, долази до латералног савијања трупа пацијента (95). Исто се дешава и ако је пацијент несигуран или има лош баланс. Прекомерна лордоза у међуфази ослонца углавном је узрокована флексионом контрактуром кука. Остали узроци укључују слабе екстензоре кука или слабе абдоминалне мишиће (95, 96). Иسخијални тубер може да буде лоше постављен на исхијалном седишту због недовољног ослонца услед сувише антериорног положаја лежишта над скарповим троуглом. Све особе са билатералном натколеним ампултацијом имају прекомерну лумбалну лордозу услед поремећене екстензије кука.

1.3.2.2.3. Девијације при одбацивању стопала

Најчешћа девијација у овој фази је ротација пете у неком од два правца. Томе је најчешће узрок слаба мускулатура. Један од узрока може бити да је пацијент погрешно обувао протезу, нарочито ако користи Силесијев појас као суспензију (95, 96). У ретким случајевима је узрок лоше центрирање. Основна девијација при одбацивању прстију од подлоге је немогућност флексије колених зглоба. Узрок томе је прекомерна плантарна флексија стопала или сувишна фрикција у коленима.

1.3.2.2.4. Девиијације у фази њихања

Ако је основни циљ протетичке рехабилитације компензација функционалног дефицита, услов за функционалну компензацију је максимално преношење резидуалног покрета и снаге тела на протетичко помагало. Да би се ово остварило неопходно је остварити чврсту везу између протезе и патрљка.

1.3.3. ФУНКЦИОНАЛНИ ДЕЛОВИ ПРОТЕЗЕ (ЛЕЖИШТЕ)

Прилоком протетисања патрљак се смешта у део протезе, који се зове лежиште (97). Успех постижемо ако је патљак добро припремљен, ако је чврст, односно ако на минимум сведемо релативни покрет између патрљка и лежишта. Добро одабрана концепција лежишта и његово индивидуално подешавање воде ка успеху .

Приликом конструкције треба избећи непожељни "зглоб" између патрљка и лежишта. Кретања у таквом зглобу су већа уколико је маса меких елемената већа у односу на кост. Даље, битна је конструкција лежишта, функционалност, те просторна уравнотеженост лежишта (96). Лежиште својим притиском на мека ткива мења форму патрљка. Лежиште преноси тежину тела преко патрљка на подлогу и у фази ослонца на једну ногу је максимално оптерећено (97). У фази њихања ноге, мора насупрот томе да осигура добру ретенцију протезе и да спречи клизање протезе са патрљка. Такође, конструкција лежишта мора да осигура функцију у свим предвидивим полозајима ван функције ходања, као нпр.седења. Код преношења оптерећења битно је да се притисци распореде на целу површину патрљка. Код патрљка где је евидентна проминенција кости, долази до концентрације површинског деловања притиска и на тај начин угрожава се интегритет коже и поткожног ткива (97, 98). Само равномерно распоређени притисци осигуравају добру циркулацију и не допуштају стварање подпритиска у дисталним делу патрљка, а тиме застојни едем и цијанозу. Истовремено се смањује псеудо-артроза у вези контакта патрљак-лежиште.

Неравномерна расподела притисака је нужна, јер и сам патрљак не представља кожни крајак испуњен хомогеном текућом масом, него ткивима разних конзистенција неправилно распоређених (98). Даље, неправилан распоред

притисака је потребан и због циљаног оптерећења, на појединим местима с циљем појачаног ослонца и вођења протезе. Код натколених протеза оптерећење је претезно ограничено на седалном прстену, посебно на туберу седне кости (98, 99).

Осим неравномерне расподеле притисака, настаје и момент силе (окретни момент тј. векторска величина, која је једнака продукту силе радиј вектора и синуса угла међу њима), са центром у месту ослонца на седалну кост и силом тежине тела (100). Овом моменту супротстављена је сила која делује преко постраничног и дисталног контакта. Величина дисталног контакта варира зависно од типа и оптеретљивости патрљка. Терминална оптеретљивост патрљка зависи пак од конфигурације преостале кости и хватишта мускулатуре. Пуну терминалну оптеретљивост имају само егзарткулације (колени) или пак патрљци код којих је учињена остеопластика крајка кости и тиме осигурана механичка терминална оптеретљивост слична као код егзарткулације (100, 101). Обзиром да се патрљак у лежишту налази под нефизиолошким условима, јавља се још један проблем. А то је проблем прокрвљености, нарочито значајан код ампутација изазваних васкулопатијама. Овде је присутан циркулацијски дефицит и без механичког оптерећења. Непосредно након ампутације наступају и процеси атрофије у маси мускулатуре и смањује се прокрвљеност. Патрљак долази у лежиште где се развија подпритисак, који истискује крв према проксимално. У фази њихања настаје супротно овоме изваншан подпритисак. У контрактним лежиштима овакво ритмичко измењивање пре и подпритиска поприма улогу венске пумпе и потпомаже циркулацију. Ако је лежиште израђено са оптерећењем искључиво на седалном прстену, долази до застоја венске крви на врху патрљка (101). Ако је пак протеза израђена као "вакум" протеза, нужно настаје едем и цијаноза патрљка, као последица грубо поремећене циркулације (102). Постоји још један додатни захтев код конструкције лежишта. За несметани рад мускулатуре патрљка треба оставити довољно простора. Ове супротности је тешко помирити, те се осим класичних крутих лежишта, покушава са израдом еластичних лежишта (102).

1.3.3.1. Лежиште транстибијалног (подколениг) патрљка

Биомеханички захтеви протетичке рехабилитације потколених ампутација се разликују од надколених. Основни принцип пуног контакта овде

остаје непромењен (103). Мења се расподела оптерећења, јер подколени патрљак има знатно мању масу меких ткива у односу на кост. То с једне стране осигурава добро вођење протезе, а с друге стране повећава опасност од штетног притиска на костаним проминенцијама. Посебним моделирањем и узимањем мере под оптерећењем распореди се притисак тако да осигура добро вођење уз растерећење угрожених места. Максималан ослонац је на патели, и такав тип протезе се зове ПТБ (Patella-Tendon Bearing) (104). Остале структуре су оптерећене зависно од толеранције.

Главно оптерећење преузима и носи снажна тетива пателе. Тај ослонац, захтева против-ослонац на задњој страни, имајући у виду да се са задње стране налазе осетљиве структуре (крвни судови, живци). Задњи зид мора бити нижи, да би се омогућила несметана флексија колена. То се постиже широким, плоснатим моделирањем задњег зида, а ретенција се постиже обухватањем кондила бедрене кости (104).

1.3.3.2. Лежиште за натколени протезе

Натколени патрљак нема терминалну оптретивост, која би могла да прихвати тежину тела. Разлог за то су мала површина пресечене бедрене кости и сила, која би у случају већег оптерећења, била сконцентрисана на врху патрљка (103).

Конструкција лежишта мора да (104) :

1. распоред притисака учини нешкодљивим на месту проминирајућих коштаних структура,
2. осигура статичку оптеретљивост,
3. осигура биодинамичку покретљивост протезе,
4. осигура сигурну, максимално фиксну коштану полугу за добро вођење,
5. остави довољно простора за несметан рад мишића,
6. осигура сигурну ретенцију протезе у фази њихања ноге (протезе),
7. осигура несметану циркулацију крви у патрљку.

Ад 1. Пуни контакт у знатној мери разноси оптерећење и растерећује угрожена места. Уз додатне просторне интервенције на моделу редукује се локални притисак на минималну меру (103).

Ад 2. Добра статичка оптерећеност могуца је једино ако је лежиште у пуном контакту. Тиме се избегава локална болност и опасни притисци, а ампутирна особа добија осећај стабилности. Предњи зид увек мора бити виши и конкаван у односу на задњи. Тиме се потискује тубер на седиште (103).

Ад 3. Приликом покрета мења се форма патрљка и просторни однос према непроменљивом лежишту. Лежиште мора да задржи функцију у разним положајима патрљка и у сваком да осигура задовољавајућу удобност (104).

Ад 4. Коштана полука патрљка се налази у обилној маси меких ткива, те сваком ефективном покрету предстоји извештан "празан ход". Коштана полука се премешта кроз масу меких ткива, пре него што уследи покрет протезе (104).

Циљаним моделовањем лежишта смањује се празан ход и побољшава вођење протезе. Лежиште протезе не може да се обликује пасивно, без присуства протезе, већ се обликује активно према патрљку у облику и волумену оптерећеног. То значи да патрљак треба обликовати уз свесно чување физиологије ткива. Некадашњим четвртастим лежиштем (које се још увек употребљава), неконтактним, са оптерећењем на седалном прстену, се нећемо оптерећивати, оно треба да припадне прошлости.

Данас су актуелне две концепције (104):

- уздужно и
- попречноовално лежиште.

Попречноовално лежиште произилази из традиционалног неконтактнoг лежишта. Пренос сила у попречноовалном лежишту не иде преко главице фемура, него супституцијске упоришне тачке тубера седалне кости и редукованог седалног прстена. Зато, те две упоришне и ротационе тачке нису на истом месту, за кук и тубер. Латерални ослонац је потребан да би смањено нагињање карлице, те аддукује патрљак у лежишту и тиме допушта хоризонталну стабилизацију карлице у фронталној равни. Ако нема латералног ослонаца у попречноовалном лежишту, не функционише стабилизација карлице. Овакав тип лежишта

задовољава физиологију, осигурава венску пумпу. Недостатак му је упадљиво постранично шепаче и велика псеудоартроза. Код кратких патрљака, настаје и проблем вођења протезе (104).

1.3.3.2.1. Уздужно-овално лежиште

Уздужно-овално лежиште "деформише" патрљак у уздужном смеру, обухвата патрљак проксималније, а тубер је такође обухваћен лежиштем. Бедрена кост и тубер уклоњени су у лежишту, а аксијалну оптеретљивост осигурава хидростатски притисак у ткиву (104). Патрљак је опскрбљен у адукцији, дакле, са напетом глутеалном мускулатуром, а са тим стабилним држањем карлице у фази ослонца на једну ногу. У успешној рехабилитацији могуће је постранично шепаче потпуно уклонити.

Овај тип лежишта је данас свуда прихваћен. Индикације за уздужно-овално лежиште су све прве апликације. Ова техника захтева већу прецизност у раду.

Улазни део лежишта је благо квадратаст, уже медијално, што узрокује тенденцију латерализације патрљка и штити осетљиве медијалне структуре (105). Величина медијалног простора одређена је положајем тубера и кулисом аддуктора. Остаје довољно простора за рад мускулатуре, зависно од фазе контракције. Ретенција протезе се постиже комбиновано. Основни услов је пуни контакт подупрт са подпритиском у дисталном делу лежишта. Ретенцију даље осигурава трохантерски круг (105). Код кратких и волуминозних патрљака, где таква ретенција не задовољава, поставља се суспензија преко пелвичног појаса. При том је битно, да се води рачуна да хватне тачке појаса директно утичу битно утичу на функцију протезе.

Премештањем хватишта са предње стране, у пројекцији главе бедрене кости, контролишемо (104, 105):

- помицање тачке према ван-спољну ротацију,
- према унутра-унутрашњу ротацију,
- према дистално-аддукцију протезе.

Висина латералне фиксације одређује напетост појаса при седењу у односу на стајање. Добру покретљивост омогућава само пуни контакт. Преласком из фазе ослонца у фазу њихања измењује се пре и под притисак, који преузима

улогу венске пумпе. Императив пуног контакта је, дакле незаобилазан у модерној протетици и потпуно је сигурно да се четвртаста лежиста не би требала примењивати (106).

1.3.4. МЕХАНИЧКИ И СТРУКТУРАЛНИ ДЕЛОВИ ПРОТЕЗЕ

Лежиште се поставља на конструкцију која преноси тежину тела на подлогу–носиви део. Овај део протезе мора се израђивати индивидуално, али данас се због уштеде у времену и новцу, израђује индустријски, полуготов елемент-модул. Механички делови су вестачки зглобови и стопало, а структурално се везани за цеви и различити додатни елементи (107). Разликују се два принципа у изради протеза (108):

ЕГЗОСКЕЛЕТНИ тип протезе, израђен је тако да се око лаганог језгра, која у изради служи као модел, постави чврст, спољашњи носиви омотач. Овај спољашњи омотач преузима функцију носивог скелета, а израђује се из естетских разлога (108).

ЕНДОСКЕЛЕТНИ тип је све распрострањенији. Протеза се израђује из појединих модула са припадним механичким зглобовима.

Након завршене израде навлачи се естетски, спољашњи мекани део. Предност прве је велика механичка отпорност, а друге брза израда и једноставнија поправка и сервисирање (108).

1.3.4.1. Колена јединица

Оптимална дужина ампутационог патрљка износи до $1/3$ висине надколениг односно потколениг патрљка. Кратки ампутациони патрљци праве проблем, јер је мања преостала активна функција патрљка, сложеније је постављање лежишта на дистални део протезе и њено центрирање (108). Код натколених ампутација, посебан проблем јесте конструкција колене јединице. Механички задатак колене јединице јесте да у фази ослонца на једну ногу, премести тежину тела према напред у континуираном покрету преко стопала протезе, а да се при томе задржи стабилност колена. При стајању, колено треба да остане стабилно, а стопало у пуном контакту са подлогом (109). У фази одизања

предњег дела стопала од подлоге мора да пружи што мањи отпор иницијалној флексији. Проблем стабилности колена се решава једноставно премештањем осовине колена иза вектора деловања силе теже (110). Колено се дакле, поставља у извештај рекурватум положај. Тако настаје момент силе, који делује у смислу стабилизације колена, а то значи и повећан напор у фази њихања ноге.

Наведени проблеми решавани су дуго времена техничком израдом једноосовинског колена. Израда је једноставна и јефтина и некомплицована за апликацију (111). Недостатак овог решења јесте упадљив и неприродан ход и немогућност контролисања ритма њихања. Приступило се другим конструктивним решењима (112). "Стриједе" колена, опонаша кондиларне контуре, а лигаменте надокнађује кожним тракама. Ове траке осигуравају стабилност у разним положајима зглоба (112). Даље, ради се на решењима која опонашају покрет колена. Пре више од 40 година израђено је Schede-Habermann колена (113). То је полицентрично колена који опонаша покрет здравог, а постиже и одговарајућу стабилност у фази ослонца. Ширу употребу спречава недостатак, а то је тежина (113). Тек појава модерне технологије и примена лаких али чврстих материјала омогућила је израду чврстих и довољно лаганих конструкција (114). У последње време се употребљава титан, извршних механичких својстава, отпоран на корозију и мале тежине (115).

Модерне конструкције колена омогућавају средиште покрета у потпуно испруженом положају више проксимално него иза, што даје добру стабилност у фази ослонца (116).

Проксималнији положај смањује уједно момент екстензије кука, потребног за контролу флексије колена. Са све већом флексијом центар се помиче према напред и дистално и олакшава флексију (116).

Постоји још један начин стабилизације колена, а то је колена са затварачем. Колена се флексира само за седење, а за ход се блокира у екстензији. Ход је неприродан, напоран, и користи се само у изузетним случајевима (117).

Конструкције с покретним коленом показују због пасивности кретања феномен њихања. Недостатак му је непроменљива фреквенца. Регулисање се постиже амортизером променљиве фрикције, односно индивидуалним прилагођавањем (118). Данас је превазиђен и проблем прилагођавања ритма променљивом брзином кретања ампутиране особе.

Савремено решење јесте микропроцесорско колено, које 50 пута у секунди анализира положај силе и оптерећења, те подешава фрикцију и брзину опружања (119).

1.3.4.2. Стопало

Протезе стопала морају да задовоље неколико захтева: механички стабилну конструкцију, способност прилагођавања по неравном терену, мала тежина, једноставно сервисирање, добра естетика (120).

Хронолошки врсте стопала имале су развој у складу са напретком технологије почев од Dollinger-стопала ("Stula") од дрвета са гуменим џепом. Такво стопало има добре механичке преформансе, али не утиче на стабилност колена и нема одговарајућу естетику (121).

Учињени су напори и у конструкцијском смислу да се начини савремено стопало.

Већина данашњих конструкција су типа SACH (Solid Ankle-Cushion Heel) (122). Стопало је израђено од тврде дрвене масе, са еластичном меканом петом. У фази ослонца, пета се компримира, повећавајући површину оптерећења, а пета се стабилизује. У следећим фазама хода центар притиска се помера према напред, и симулира плантарну флексију. Еластична деформација стопала симулира покрет у горњем злобу. Отпор у предњем делу повећава стабилност колена у фази ослонца (122). Недостатак је неприлагодљив отпор и непроменљива висина пете.

Следеће решење јесте стопало са покретним "скочним" зглобом. Гумени амортизер може да се индивидуално прилагоди тежини и да ограничи амплитуду покрета. Предност ове врсте стопала је: смањени притисак у колenu, у смислу рекурватума, природнији ход и могућност ношења ципела са различитом висином пете (123). Недостак ове врсте стопала је смањена стабилност колена код ампутираца са слабијом мускулатуром.

Grissinger стопало је полицентрично стопало (124). Код ове конструкције се гуменим клиновима контролише амплитуда дорзалне и плантарне флексије, односно пронације и супинације. Добро се прилагођава неравном терену те омогућава добар ход по овквом терену, а недостатак је несигурност код страријих особа, због еластичне деформације у свим смеровима (124). Хидраулично и

карбонско стопало је углавном због високе цене, као и одржавања, тешко доступно пацијенту (125).

1.3.4.3. Склапање протезе

Након израде лежишта и припреме носивог дела протезе, приступа се њеном коплетирању за скелет и остале делове. Добро израђено лежиште, уз просторне интервенције на моделу, добро оријентисано даје у фази ослоњања пуну стабилност у ходу, без клизања, заносења и стварања штетних момената силе (126, 127). Сви ови елементи треба да су максимално добро оријентисани како би били задовољени сви принципи код променљивих положаја екстремитета. У исто време треба осигурати и пасивне механичке зглобове у одсуству активних стабилизатора, односно мишића. Код натколених ампутација стабилност колена се постиже премештањем центра окрета иза вектора силе теже, а то се постиже тако што се осовина помери 2 цм дорзално. У случају постојања контрактуре премешта се дистални део иза протезе (код дужих патрљака за 15 степени) (128).

1.3.4.4. Потколена протеза

Постављање потколених протеза односно лежишта у односу на стопало се постиже на два начина (129):

1. помицањем лежишта преко стопала,
2. промењеним нагибом лежишта.

Центрирање потколених протеза захтева и корекцију стопала у смислу еверзије, односно инверзије. У геоматријском центру лежишта налази се фиктивни центар ротације (130). Лежиште има тенденцију ротације око ове тачке. Моменат силе настаје и из момента напрезања патрљка (131). Уз то се описани моменти сила мењају зависно од фазе оптерећења. Веома је битно и добро центрирање протезе, као и уклањање непожељних притисака на поједине делове патрљка (132). Дакле, у овоме деликатном усаглашавању свих компоненти на протези, уз постовање биомеханичких принципа је битно, морају бити примењени и одређени уређаји који (133):

1. просторно дефинишу положај лежишта и

2. који ће дефинисани положај лежишта пренети на дистални део протезе.

1.3.4.5. Л.А.С.А.Р. - Постуре

Центрирање протезе је у пракси веома често импровизовано. Двоструки вишак даје тачну оријентацију у простору, али је технички доста компликовано извести, а да тачност буде заступљена.

Л.А.С.А.Р. - Постура је уређај који нам даје информацију и чини "биомеханику" видљивом (134, 135). Наиме, премештање тежишта од фазе додира пете до одраза прстију егзактно прати.

Примена у протетици:

1. средство за мерење,
2. помоћ за визуализацију.

Дакле, спроводи се уравнотежавање и статичке конструкције ортопедских помагала (136). Проблем је у томе што, што силе и моменти сила нису видљиви голим оком и што силе и моменти сила одређују механичку функцију (137).

Употребом овог апарата се постиже објективност статике на механичкој основи. То је мерно средство за центрирање протезе и биомеханичка оријентација у модерном функционисању протетике доњих екстремитета (138).

1.4. КОМПЛИКАЦИЈЕ АМПУТАЦИЈЕ

Модерна ампутација је прецизна операција која уклања болесно и остећено ткиво и формира коректно обликован патрљак адекватне дужине, односно она је та која треба да конструише нови орган, који заједно са протезом чини нову биомеханичку целину. А то значи да она треба да максимално побољша квалитет живота пацијента уз минимални утрошак енергије (139). Због тога, компликације после ампутација имају посебну димензију, јер директно утичу на процес протетисања.

Компликације се могу сврстати у две групе:

А. ПРЕПРОТЕТИЧКЕ

В. ПОСТПРОТЕТИЧКЕ

Учесталост и степен компликација у многоме зависе од саме

хируршке интервенције и способности хирурга да функционално оспособи ампутациони патрљак за протетисање.

1.4.1. Препротетичке компликације

Компликације ампутација могу бити ране, од којих су најчешће хематоми, инфекција и некроза (58), док су најчешће касне компликације контрактуре (140), неуроми и фантомски бол (141). Уколико у периоду после операције не наступи нека од наведених компликација и када дође до зарастања меких ткива, започиње се са функционалним оспособљавањем патрљка и читаве личности. Започиње се са припремом и израдом одговарајуће протезе. Све то је предмет рада специјализованих установа на челу са физијатром, протетичарем, психологом и другим члановима рехабилитационог тима (142).

1.4.1.1. Одложено зарастање ране

Неколико фактора појединачно или удружено може утицати на одложено зарастање ране, а то су (143):

1. неодговарајући ново ампутације (нарочито код васкуларне етиологије, ако није добро прочишћен ниво довољне циркулације за примарно зарастање) (143),
2. субоптимална оперативна техника (зашивање под тензијом, оштећење дисваскуларне лозе, превише сатура, претерана тензија шави на дисваскуларном мишићу, што доводи до исхемије и дехисценције)(144),
3. неадекватан постоперативни третман (могућ је пад на патрљак због проблема са координацијом, балансом, слабости, фантомског осећаја) (145),
4. инфекција (неадекватни услови операције или лоша тоалета ране) (145).

Сви ови фактори могу пролонгирати почетак протетичке рехабилитације што може посредно довести до хипотрофије мускулатуре, развоја контрактура и слабљења мотивације пацијента.

1.4.1.2. Хипотрофија мускулатуре

Хипотрофија мускулатуре може бити проблем у свим фазама рехабилитације пацијента са ампутацијом (146). Дуги период мировања због болова, пре ампутације, а касније због пролонгираног почетка третмана једино се упорним вежбањем може превазићи. Слабост мускулатуре у почетној фази узрокује слабу контролу привремених протеза и изазива медио-латералну нестабилност, клецање (девијација хода). Хипотрофија мускулатуре у завршној протетичкој фази може бити узрок бројним девијацијама хода са протезом. Нарочито су важне екстензорне групе мишића кука и колена као главних стабилизатора протезе (146).

1.4.1.3. Адхеренција коже за кост патрљка

Ако кожа на врху патрљка није покретна преко кости, неће бити у стању да толерише притисак приликом ослонца на протезу. Миодеза (остеомиопластика) и миоластика су две технике, које обезбеђују (147):

- врх кости обложен меким ткивом,
- превенцију адхеренције инцизионог ожиљка за кост

Као врста самозбрињавања, пацијентима се препоручује лагана масажа врха патљка врховима прстију, неколико недеља по операцији (нарочито код трастибијалне ампутације).

1.4.1.4. Протрузија кости

Протрузија представља компликацију која се може често сретати код транстибијалних амутација (148). У том смислу, ради њене превенције је неопходно правилно обликовањ патрљка. Већ за време саме операције може бити много урађено на правилном обликовању патрљка. Коректним избором технике ампутације избегава се вишак коже и меког ткива и превенира развој едема. Да би се обезбедила оптимална конфигурација патљка потребно је (148, 149):

- одговарајуће обликовање врха кости (заравњивање врха, без "опиљака", који би довели до егзостоза),

- прекривање врха патрљка меким ткивом,
- биомеханичко уравнотежење мишићних сила.

1.4.1.5. Контрактуре

Протеза неизбежно прати правац и покрете ампутационог патрљка што у случају контрактуре, која прелази протетички толерантни ниво, отежава апликацију протезе. Многобројне су последице овог збивања, као што су појачани притисци у лежишту, већи енергетски утрошак, девијација хода и нестабилност (140).

1.4.1.6. Едем патрљка

Мањи едем патрљка је нормална последица операције (150). Ако је већег обима, дуготрајан и упоран, можемо га сматрати комплицијом (150). Тада патрљак постаје болан (нарочито на врху), долази до промена пигментације, црвенила и улцерација (151). Пролонгира се апликација протезе јер пацијент није у стању да је користи, чак је понекад компромитовано убацивање патрљка у протезу због диспропорције. Едем патрљка настаје због: нарушене циркулације, одсуства мишићне пумпе, инфекције, дејства гравитације, неадекватног лежишта протезе (странгулација), као адаптација на вакуум суспензију и тотални контакт, експанзије малигнитета (152-156).

Код првог коришћења натколених протеза са вакуум суспензијом и подколених са тоталним контактом, умерени едем и реактивна хиперемичка су честе појаве које временом спонтано пролазе (150). Иначе, термин "едем" настаје од грчке речи, која значи отицање. Дакле, долази до ненормалног накупљања сувишних количина течности у меким ткивима неких делова тела (157). Ова ретка, прозрачна течност потиче из крви и настаје капиларном филтрацијом. По боји зжућкаста, садржи већину чврстих материја и гасова који се налазе у крви и изванредан број крвних ћелија. Под нормалним условима стално снабдевање новом ткивном течношћу из капилара циркулише кроз уске просторе између ћелија ткива и замењује стару течност. Ова се враћа току крви поновном апсорпцијом у капиларима и помоћу допунског прикупљајућег система судова лимфним

судовима. Под нормалним условима стално снабдевање и уклањање течности је у равнотежи; ако се деси нешто што ће повећати вредност притицања или смањити вредност уклањања, течност почиње да се нагомилава, и долази до појаве едема (158).

Ако зидови капилара постану пропустљиви више него што је нормално, као што се појављује на пример код инфламације, онда ће се кроз њих филтрирати више течности него што је нормално. Ако је ток повећан код извора, као што се може десити код повећаног крвног притиска, опет ће да излази више течности (159).

Сила гравитације стално вуче насупрот лаганом току према срцу из вена и лимфних судова. Нормално, активни мишићи доњег екстремитета делују насупрот гравитације својим пумпним ефектом на повратну циркулацију.

Систем вентила одржава ток у једном правцу према срцу у венама и лимфним судовима, помоћу силе која гура напред, а која потиче од наизменичног притиска на крвне судове услед контракције мишића. После ампутације може се изгубити много ефекта пумпне акције мишића, докле год се пресечени крајеви мишића на причврсте (160).

1.4.1.7. Промене у величини патрљка

Ако патрљак није обавијен, или ако није у лежишту, могуће су промене у обиму у току дана, часова, минута (161). Код меких едема остају трагови на притисак у дотичним тачкама. Код стања индурације или стврдњавања, када код пацијента стање едема траје неко дуже време и тада не остаје удубљење на притисак у датим тачкама на ампуационом патрљку (162). Обично се развија на врху ампуационог патрљка и много спорије реагује на третман него мек едем. Ако постоји едем, набор коже ће бити дебљи, пунији и чвршћи, него набор на супротној нози (163). На кожи која је отечена, услед едема, ожиљци могу бити релативно увучени испод површине. Понекад се могу видети при светлу удубљења као на кори од поморанце (163, 164).

1.4.1.8. Секундарне промене

1.4.1.8.1. Дисколорација после крварења у кози

- црвена боја је последица акутног крварења из искиданих крвних судова (165),
- црвенкасто-браон боја до модре указује на пигменте из претходне хеморагије (165, 166),
- мрка до жуте нијансе указује на избледеле пигменте од старе хеморагије (165, 166)

1.4.1.8.2. Пликови и чворићи на врху патрљка

Пликови, везикуле, испуњени течносшћу најчешће су последице сила трења. Израслине или чворићи на врху представљају последицу едематозних промена (167, 168).

1.4.1.8.3. Застојни дерматитис

Патљак је отечен, температура коже је повећана, јавља се црвенило, понекад свраб, осетљивост. Исте промене могу се јавити у случају инфекције или контактеног дерматитиса, тако да диференцијално дијагностички обраћамо пажњу на ове моменте (169, 170).

1.4.1.9. Позне компликације

1.4.1.9.1. Дубока улцерација

Поред дуготрајног присуства едема као узрока ове компликације, може се као узрок ове појаве наћи дијабет или болести срца (171, 172).

1.4.1.9.2. Верукозна хиперплазија

Брадавице, плочасте израслине, са дубоким пукотинама, често

сецернирају крв или гној. Ретко долази до појаве канцерозних промена на месту запуштених улцерација. Исте се лече медицинском негом, комбиновано са добро биомеханички устројеном протезом, која ствара правилан супротан притисак на врху патрљка (173).

1.4.1.10. Специфични чиниоци

1.4.1.10.1. Физичко стање ампутираног

Превелика тежина код пацијента може да проузрукује "гњечење" ткива код ношења протезе, ако се угојио након што је лежиште израђено (174-176).

1.4.1.10.2. Ампутација: непосредан ефекат

После операције је неминован настанак великог едема. Хирург надгледа негу патљка, контролише едем и припреме за ношење протезе у тимској евалуацији са осталим члановима тима (150).

1.4.1.10.3. Ампутација: непричвршћени мишићи на врху патрљка

Понекад, пресечени, незашивени крај мишића, пошто се повлачи и дегенерише, може постати млигава маса, која спречава циркулацију и уништава пумпну акцију мишића. Често је веома тешко да се контролише едем који се јавља као последица тога (159, 160).

1.4.1.10.4. Инфламација патрљка

Главни знаци и симптоми: топлота, црвенило, отицање, осетљивост, бол, свраб. Последице у ткиву: су повећани локални крвни притисак са повећаном пропустљивошћу капилара, даље, повећано филтрирање течности у ткиво, и на крају појава едема. Уобичајени узроци су инфекција, контактни дерматитис, застојни дерматитис (177-179).

1.4.1.10.5. Остали медицински поремећаји

Болести срца, бубрега и других органа могу проузроковати распоређен едем, који захвата ампутациони патрљак исто као и остале делове тела (180-182).

1.4.1.11. Бандажирање

Превенција и сузбијање едема, као најчешће компликације код ампутираних особа, најбоље се спроводе:

- бандажом,
- што ранијом апликацијом и интензивним ношењем привремене протезе-пилона,
- комфорним лежиштем (183).

Постоји више начина бандаже патрљка (184):

- мека или еластична (постиже се еластичним завојем),
- ригидна (гипсом или фибергласом),
- семиригидна (газа натопљена у посебну пасту),
- ваздушним врећама.

Основни принцип сваке бандаже је да је притисак највећи на дисталном крају патрљка и да су проксимално све више смањује (обликује се у виду осмице, где је завој највише затегнут на врху, а најмање у проксималном делу) (184, 186). Еластична бандажа почиње по скидању сваког другог конца, траје 0-5 минута, потом се приликом сваке апликације продужава за по десет минута. Најдуже се користи у континуитету од 2 сата, три до четири пута дневно. Користе се еластични завоји различите ширине, у зависности од патрљка. Намотаји завоја су у виду класја или рибље кости, када сваки следећи намотај покрије две трећине претходног. Приликом бандаже натколениг патрљка треба направити неколико намотаја траке преко пелвиса, да бандажа не би испала (187).

Грешке приликом бандаже (183, 184, 188):

- сувише јака банадажа (пацијент има непријатне сензације, бол, може доћи до едема),
- сувише слаба (не користи, не врши функцију, али и не одмаже),
- јачи притисак проксимално (лоше обликовање патрљка, странгулација,

едем патрљка),

- необухватање целог патрљка (најчешће остаје ткз."адукторна ролна", која постаје проблем за апликацију протезе),
- лоше позиционирање (пацијент мора да заузме прониран, или супиниран положај, са патрљком у екстензији и аддукцији; патрљак не сме да виси да гравитација не би поништила дејство бандаже).

Ако пацијент приликом ношења бандаже осети непријатне сензације као што су: трњење, мравињење, печење или бол, требало би одмах скинути бандажу, да не би дошло до већих компликација. Еластична бандажа би требало да се примењује и када пацијент има дефинитивну протезу, коју не користи дуже време у току дана. Ригидна или гипс-бандажа се користи код волуминозних патрљака, где су дисталне мере обима у већој несразмери са проксималним (187,188). Користе се гипсани завоји, које протетичар примењује по истом принципу као и еластичне. Држи се 24 сата, после чега би требало сама да спадне. Може се поновити 5-7 пута. Избегава се код васкуларних пацијената, због већ угрожене циркулације као и веће могућности грешке.

Улоге бандаже (183-187):

- превенција и смањење едема патљка,
- превенција венске и лимфне стазе,
- атрофија субкутаног масног слоја и меких ткива,
- заштита коже патрљка,
- превенција контрактура,
- смањење фантомског бола и сензација,
- смањење осетљивости патрљка на бол.

Бандажа ипак није најефикаснији начин за формирање патрљка за дефинитивно протетисање. То је апликација привремене протезе и њено интензивно коришћење. Атрофија и формирање патрљка је најизраженије првих шест недеља ношења привремене протезе, а одвија се све до истека прве године по ампутацији.

Обим патрљка се мери јаданпут недељно. Због дневних осцилација, пожељно је да мерење буде у исто доба дана. Три узастопна једнака мерења су знак да је дошло до структуралне стабилизације ампутационог патрљка и да се може узети мера за дефинитивну протезу (189).

1.4.1.12. Ожиљак

Ожиљак може бити један од проблема приликом протетисања. Код васкуларне етиологије, где је код пацијената релативно често уграђен аорто-феморални by-pass (190). Присутан је лонгитудинални ожиљак од доњег дела абдомена преко ингвинума до предњег медијалног дела натколенице. Проблем може бити двојак: осетљивост на притисак предњег зида лежишта или немогућност примене вакум суспензије (191, 192).

1.4.1.13. Контрактуре

У раној постоперативној фази се мора обратити пажња, нарочито на први проксимални злоб изнад ампуације, јер постоји тенденција развоја контрактура (193). Контрактуре су најчешће резултат неактивности пацијента и удобног положаја патрљка у флексији.

Проблем у вези контрактура се огледа у следећем (193, 194):

- отежана апликација протезе,
- девијације хода,
- већи енергетски утрошак.

После ампуација се развијају разнолике контрактуре: тако се због преваге м.трицепс сурае, код парцијалне ампуације стопала све до ампуације по Сајму (Syme), развија еквинус положај резидуалног дела стопала (194). До апликације дефинитивне протезе, препоручује се коришћење ортозе у корективном положају. Транстибијална ампуација, посебно ако је кратак патрљак, може брзо дати флексиону контрактуру у колону. Ако остане фиксирана, некада је једино решење израда посебне протезе са ослонцем на савијеном колону. Код трансфеморалне ампуације се развија флексиона и абдукциона контрактура кука (195). То повећава ионако велики утрошак енергије приликом ношења протеза. Флексиона контрактура преко 25 степени изискује велику снагу екстензора кука за стабилизацију колена, а естетска компонента је лоша. Више од 5 степени флексионе контрактуре захтева компензаторну лумбалну лордозу, што доводи до бола у леђима. Код свих контрактура,

превенција, нега и едукација појединца и свих чланова тима, као и чланова породице, је најбитнија, јер савладавање контрактура је дуготрајно и мукотрпно. Са вежбама за повећање обима покрета треба почети одмах чим се смањи постоперативни бол, што је обично 5-7 дана после операције (196).

1.4.2. Постпротетичке компликације

1.4.2.1. Бол у ампутационом патрљку

Треба бити опрезан код утврђивања узрока бола у патрљку (197). Најчешћа констатација да "проблеми са болом настају због лоше протезе", може довести до непотребне израде већег броја лежишта, како би се отклонио узрок. Заправо, узроци бола у патрљку у постпротетичкој фази, могу бити вишеструки (197, 198):

- исти као у валидном екстремитету (199),
- хипермобилна фибула- кад је у питању трауматска транс-тибијална ампутација, могућа је повреда интересеалне мембране и проксималног тибеофибуларног зглоба (200),
- коштана проминенција-(може се формирати и бурза), нарочито антеро-дистални део тибије (200),
- егзостозе-услед лоше обраде кости (200),
- дужи крајак фибуле од тибије (200),
- неуром-све особе са ампутираним екстремитетом имају по неколико неурома, што је нормална последица ампутације, али ако се формира у ожиљном ткиву или на месту притиска, изазива бол (201, 202),
- дисваскуларни мишић-појава интермитетних клаудикација је на страни ампутације, кожа је интактна и без трагова притиска (202, 203),

1.4.2.2. Трофичке улцерације

Трофичке улцерације се најчешће јављају на потколеним патрљку, нарочито ако је ниво ампутације кроз доњу трећину тибије (204). Ту је кост одмах испод коже, циркулација је слаба, често је поремећен површни сензибилитет.

Нарочито у почетку третмана је потребна редовна контрола коже патрљка (204).

1.4.2.3. Биомеханички бол

Биомеханички бол је последица биомеханички неадекватно устројене протезе. Најчешће се јављају на патрљку, али може постојати и на валидном екстремитету или било ком делу тела. Настаје по правилној апликацији протезе (205).

1.4.2.4. Фантомске сензације

Фантом сензација је нормална појава после ампутација екстремитета. То је осећање постојања и присуства ампутирабног дела (206). Ову појаву може да прати непријатно боцкање. У почетку фантом сензација је толико обмањујућа, да пацијент покушава да корача ногом коју више нема. Временом се фантомска сензација губи, али у неким случајевима зна да потраје годинама. Најдуже опстају сензације које потичу са ампутираниог палца или кажипрета или палца на нози, које пацијент доживљава као да су директно спојене за патрљак (207). Неким пацијентима овај осећај чак помаже у коришћењу протезе. Постоје бројне теорије, које покушавају да објасне ову појаву (206-210).

Доњи екстремитет је саставни део тела који у континуитеу бомбардује сензорни кортекс мозга додирним проприоцептивним и повремено болним стимулансима, који се углавном несвесно памте као део представе о телу (209, 210). После ампутације, ови запамћени опажаји стварају фантомску сензацију, која може да обухвати осећај да још увек постоји недостајући екстремитет (206-210). Деформитет који је био присутан пре ампутације, углавном је подложен фантом сензацији. У раној постхируршкој фази постоји опасност од пада пацијента, јер је фантомски осећај веома изражен, тако да покушава да се ослони на непостојећи екстремитет. Није присутан код конгениталних ампутација деце до четири године и трауматских ампутација праћених оштећењем мозга (211).

1.4.2.5. Фантомски бол

Фантомски бол треба разликовати од фантомске сензације, бола на патрљку и пренесеног бола (206-208, 212). Када је бол на ампутираном екстремитету врло непријатан и са јаком парестезијом, онда је реч о фантомском болу. Фантомска сензација је уобичајена и очекивана појава, међутим фантомски бол није (206-208). Ако је пре ампутације екстремитет био угњечен или је аблација одложена за неко време, фантомски бол се много чешће јавља код особа код којих је ампутација извршена без одлагања и без већ претходно присутног бола (212). Фантомски бол може да буде стално присутан или се јавља у размацима, са различитим интензитетом бола. Фантомски бол се јавља у виду грчења, стискања или боцкања у континуитету или са прекидима, при чему интензитет бола расте и опада у циклусима од по неколико минута. Локализован је на ампутираном екстремитету, а не на патрљку. Код мање од 1% особа са ампутацијом фантомски бол је изузетно јаког интензитета, али тада утиче на целокупну личност (212, 213).

Ампутациони неуром може да буде осетљив на бол али код 80% пацијената са фантомским болом не може се утврдити претерана осетљивост патрљка. На подстицање фантомског бола утиче уринирање, дефекација, сексуални однос, ангина пекторис и цигарете (214, 215). Фантомски бол се често повезује са емоционалном узнемиреностју, али је тешко утврдити да ли је емоционална узнемиреност узрок или последица фантомског бола. Значајан је утицај психогених фактора код пацијената који "одмах" после ампутације имају фантомски бол, који су огорчени због унакаженог тела, тешко прихватају протезу или пак одбијају да је носе (216). Под утицајем психогених фактора ови пацијенти су хронично лоше прилагођени у социјалној средини и породици, жале се на веће тегобе после разговора о основном узроку настанка ампутације. Код ових пацијената фантомски бол је емотивна реакција на губитак екстремитета и уз адекватну психијатријску помоћ се превазилази (216, 217).

Узрок настанка фантомског бола остаје енигма (216-222). Најприкладније објашњење, које је у складу са модерним теоријама о болу и структури и функцији централног нервног система, повезује фантомски бол са губитком инхибиторних нервних влакана, који нормално проводе доводне надражаје са

екстремитета (220-222). Некада се сматрало да је спиноталамиски тракт главни пут који проводи нервне надражаје екстремитета до сензорног кортекса мозга. Међутим, новија истраживања показују да мултисинаптички систем преноси много више нервних надражаја преко кичмене мождине до мозга него олигосинаптички спиноталамички тракт. Билатерални мултисинаптички систем прелази средишњу линију и завршава се у ретикуларној формацији мозга (220-222).

Melzack (223-226) је дао предлог модела који објашњава фантомски бол у складу са овим теоријама и теоријом бола која се заснива на контроли улаза. Он сматра да део ретикуларне формације корена мозга има улогу "централног блокирајућег механизма" посредством инхибитора, који делују на пренос на свим синаптичким нивоима соматског пројекционог система (223, 224). Велики део нервних влакана је уништен ампултацијом екстремитета, чиме је умањен прилив нервним надражајима у мозгу, а самим тим је умањено дејство инхибитора. Резултат овога је одвијање независне активности на свим нервним нивоима који започињу више пута преостала нервна влакна (223, 224).

Бол настаје у тренутку када излазни импулси независних неурона достигну или премаше критичан ниво (225). Овај модел нам помаже да схватимо не само немогућност хирушке интервенције да пружи трајно решење фантомског бола, већ и привремен учинак терапеутских процедура које утичу на централно ексцитаторно стање нервног система на различитим нивоима (225).

Фаномски бол се може класификовати у четири основне категорије (226):

Прва врста фаномског бола - је најчешћи облик, манифестује се у облику осећаја грчења. Бол је сличан мишићном спазму. Бол може да попусти вежбањем валидног и резидуалног екстремитета. Понекад, синусоидална електростимулација патрљка подстиче вољно вежбање и ублажава бол. Масажа патрљка такође има сличне ефекте. Апликовањем лежишта привремене протезе, такође се смањује осећај бола, те је треба што пре апликовати (226, 227).

Друга врста фаномског бола – је непријатан осећај у ампутираним екстремитету, попут електро-шока, који траје неколико секунди. Апликацијом хладних облога, бол јењава. Апликовање хладних облога умањују централну ексцитираност путева у кичменој мождини. Примена ултразвука може такође да умањи фантомски бол. Обзиром да бол траје веома кратко, не треба примењивати

наркотице (228).

Трећа, најтежа врста фантомског бола јесте бол у виду јако непријатног осећаја печења у патрљку и ампутираном екстремитету. Пацијент осећа врелину у патрљку, а понекад и хладноћу. Боја може бити нормална, црвена или плавичаста. Патрљак је изузетно осетљив, толико да му смета и трење одеће. Овај облик фантомског бола је чест код трауматских ампутација, односно повреде нерава (229). Ово је бол сличан каузалгији или рефлексној симетричној дистрофији. Добре резултате даје локално убризгавање локалних анестетика, чиме се привремено блокира аутономни нервни систем. Такође се препоручује примена дибензилина, ненаркотичких аналетика, акупунктуре, електро-стимулације и физичких мера за десензибилизацију. Бол се купира применом мера које смањују централну ексцитаторност у централном нервном систему. Ове мере укључују трљање и тапкање патрљка, загревање или хлађење као и апликацију етил хлорида у спреју (230). Постепено навикавање на протезу може да помогне. Симпатектомија такође даје позитивне резултате. У случају неподношљиво јаког бола приступа се хирушким методама као што је ризотомија па чак и префронтална лоботомија, чија је делотворност сумњива (231). Дакле, обзиром да већина хирушких метода не доноси позитиван исход, треба их примењивати само онда када прети опасност да пацијент изврши самоубиство.

Четврти тип фантомског бола који се јавља у виду стискања и трзаја у патрљку није лако класификовати као претходна три. Препоручује се примена истих мера које су ефикасне за остале типове фантомског бола (228-230, 232).

1.4.2.6. Третирање пацијената са фантомским болом

У лечењу фантомског бола треба почети од једноставних, неинвазивних техника ка све сложенијим или инвазивним техникама, које су базиране на општим принципима правилног лечења (212, 233).

Програм третирања фантомског бола састоји се од следећих десет ставки:

1. пре операције, пацијентима треба објаснити да је после ампутације могућа појава фантомске сензације што је нормално и није штетно по здравље (212, 233).
2. после операције, патрљак треба редовно прегледати, проверавати

његов изглед, осетљивост и функцију. Користити реч "патрљак" и "резидуални сегмент" у разговору, да би се пацијент навикао на оба термина (234).

3. Постоперативна нега је важна исто колико и избор хирушке технике за зарастање ране; у случају инфекције треба предузети одговарајуће мере (235).
4. Када је рана довољно зарасла, терапеут треба да обучи пацијента како да масира патрљак, а затим да утрља тинктуру бензоина како би се кожа учвстила. Примењује се блага перкусија патрљка неуролошким чекићем или помоћу механичког вибратора, водећи рачуна да се не озледи ожиљно ткиво (235).
5. Пацијент треба да јача мишиће патрљка имагинарним покретањем ампутираног екстремитета (нпр.окретање педала на замишљеном бициклу померајући патрљак и валидну ногу напред-назад или веслање у замишљеном чамцу при чему се патрљак и валидна нога померају истовремено) (236).
6. Што пре треба обезбедити функционалну, као и козметску протезу, јер се тиме често спречава или умањује фантомски бол. Ако се одмах после операције апликује привремена протеза значајно се умањује могућност појаве фантомског бола (237).
7. За блокирање нервне проводљивости и отклањања фантомског бола примењује се низ мера: убризгавање раствора прокаина у осетљиве делове патрљка или у корен периферних или дорзалних нерава, што иако доводи само до привремене анестезије, може трајно уклонити бол (238).
8. Многе неурохируршке методе су примењиване али ниједна није донела трајно решење (243). Најбољи резултати су за сада постигнути антеролатералном кордотомијом (244). Примењује се и електростимулација дорзалног стуба у кичменој мождини усађивањем субдуралних електрода и активирањем контроле стимулатора субкутане радиофреквенције. О трајном учинку ове методе се још увек расправља, а показало се да ерозија дорзалних стубова има и негативан ефекат (245). Врло је поражавајуће да долази до рецидива бола после

сецирања периферних нерава или корена дорзалних нерава, па чак и после ампутације на вишем нивоу. Примена неурохируршких метода на кичменој мождини може донети олакшање у почетку али се касније фантомски бол враћа, чак и после билатералних високих торакалних или цервикалних кордотомија (245, 246). Примећено је да после хирушке аблације мождане коре и повреде овог дела мозга не долази до појаве фантомског бола и фантомске сензације (246, 247).

9. У неким случајевима је неопходно психијатријско лечење (248). Примењује се хипноза, психотерапија итд (248, 249). Битно је да пацијент непосредно после ампутације буде усредсређен на неку корисну активност, како би се његова представа о сопственом телу свесно усмерила у позитивном правцу, док је још увек флексибилан после операције. Углавном код оних пацијената код којих ове методе нису примењене одмах, касније је неопходно применити интензивније психолошке методе (250).
10. Када се постигне смиривање фантомског бола, пацијент треба да настави са извођењем вежби, масажом патрљка и употребом протезе, да би се смањила могућност рецидива фантомског бола (251).

1.5. ПРИМЕНА ХИПЕРБАРИЧНЕ ОКСИГЕНАЦИЈЕ (ХБО) У СКЛОПУ ПРОТЕТИЧКЕ РЕХАБИЛИТАЦИЈЕ

1.5.1. Историјат хипербаричне оксигенације (ХБО)

У историји медицине је забележено да је још далеке 1662. године по први пут у терапијске сврхе примењен гас под повишеним притиском. Британски свештеник Henskaw је тада конструисао претечу данашње барокоморе „Dominicilium“ (252). Само неколико година пре тог догађаја Robert Boyle је публикувао рад под насловом: „New Experiments Physio-Mechanical, Touching the Spring of Air and its Effects” у коме је установљен и његов епохални закон (252, 253). Чак и ова пионирска конструкција је била у стању да створи како хипербаричне тако и хипобаричне услове. Henskaw је сматрао да његов изум може помоћи људима који имају проблеме током процеса дигестије, да може

олакшати дисање и генерално ублажити респираторне тегобе. То се одиграло нешто више од 100 година пре него што је Antoine Lavoisier открио кисеоник као природни елемент. Прву барокомору која је по својим карактеристикама била слична савременима конструисао је Pravez 1837. године, док је прву мобилну барокомору конструисао Fontaine 1877. године (254, 255).

Савремена примена баромедицине почиње средином двадесетог века, када је општи технолошки развој омогућио конструкцију поузданих како једномесних тако и вишемесних барокомора. Као отац савремене баромедицине истиче се др. I. Воегема. Током шездесетих година двадесетог века др. I. Воегема је извео хипербаричну оксигенацију изван оквира подводне медицине и имплементирао је у савремене медицинске терапијске токове (256).

1.5.2. Хипербарична оксигенација (ХБО)- дефиниција и индикације за примену

Хипербарична оксигенација (ХБО) представља терапијску и дијагностичку методу у којој пацијент у специјализованим условима под притиском вишим од атмосферског удише 100% молекулски кисеоник (257). Терапијски принцип хипербаричне оксигенације се заснива на повећању парцијалног притиска кисеоника у крви чиме се превазилази хипоксија у оболелим ткивима (257), која узрокује колапс енергетског метаболизма, и последично одумирање ћелија (258). ХБО може бити терапија избора код тровања угљен моноксидом (259) као и код гасне гангрене (260).

ХБО је данас широко прихваћена терапијска и дијагностичка метода, која се примењује у терапији низа клиничких стања као што су дијабетесна улцерација стопала (261), упорни остеомијелитиси (262, 263) и некротичне инфекције меких ткива (264). Значај ХБО у терапији компликација шећерне болести у последњој деценији постаје све уочљивији. То се пре свега односи на ефикасност ове процедуре, као дела мултидисциплинарног приступа у лечењу инфицираних незарасајућих дијабетесних рана на екстремитетима (265-268) и превенцији ампутације екстремитета (269, 270).

1.5.3. Фундаментални закони физике који се примењују у хипербаричној медицини

Boyle-Mariott-ов закон гласи да је при константној температури, производ притиска гаса и запремине суда у коме се гас налази константан (271).

$$p \times V = \text{const. за } T = \text{const.}$$

$$p_1 \times V_1 = P_2 \times V_2 \text{ за } T = \text{const.}$$

Закон идеалних гасова се надовезује на Boyle-Mariott-ов закон и може се исказати следећом једначином:

$$(p \times V) / T = \text{const. или } (p_1 \times V_1) / T_1 = (p_2 \times V_2) / T_2$$

Закон који је дефинисао William Henry гласи да је маса гаса који ће се растворити у датој запремини течности директно пропорционална притиску и растворљивости гаса (272).

$$\alpha \times p / C = \text{const. за } T = \text{const.}$$

где је

p = парцијални притисак гаса изнад површине течности

C = концентрација гаса у течности

α = коефицијент растворљивости гаса

Повећањем притиска у хипербаричној комори удео физички раствореног кисеоника у крвној плазми расте. Да би се стандардизовао износ раствореног кисеоника уведен је термин апсолутна атмосфера (АТА). Израчунава се као производ процента кисеоника у смеши гасова и притиска (273).

1.5.4. Ефекти хипербаричне оксигенације на транспорт кисеоника у организму

Кисеоник се креће низ градијент притиска из атмосфере, преко алвеоларног ваздуха, артеријске крви, капиларне крви, кроз интерстицијумску и интрацелуларну течност до места у ћелији где се укључује у метаболичке процесе првенствено у митохондријама, а затим и у пероксизомима и ендоплазматском ретикулуму (274, 275). Под нормобаричним условима, градијент парцијалног притиска кисеоника pO_2 , који се још назива и кисеонична каскада (275), почиње са 159 mmHg, а завршава са 3.8 – 22.5 mmHg у зависности од циљног ткива.

Када се удише ваздух при атмосферском притиску од 1 атмосфере (20.9 % кисеоника, при 1АТА), путем крви се 97% кисеоника преноси везано за хемоглобин. У физиолошким условима 100 мл крви садржи 15 г хемоглобина. Као што је наведено, сваки грам хемоглобина може за себе да веже око 1.34 мл кисеоника, тако да при сатурацији хемоглобина од 97%, сваких 100 мл крви може да пренесе 19.4 мл кисеоника, што се може и изразити као 19.4 vol.% (275).

Када се постигне 100% сатурација хемоглобина, сваких 100 мл крви може да пренесе 20 мл кисеоника. Како на нивоу капилара долази до преласка кисеоника у интерстицијумску течност vol.% кисеоника у венској крви опада на 14.4. У физиолошким условима се око 5 мл кисеоника транспортује од плућа до ткива, путем 100 мл крви везано за хемоглобин. Свега око 3% кисеоника преноси се физички растворен у плазми приликом удисања ваздуха при 1 АТА, тако да укупна количина кисеоника која се преноси у 100 мл крви износи око 19.7 vol.% (275). Према Henry-јевом закону проценат физички раствореног кисеоника расте у хипербаричним условима.

Количина O_2 у артеријској крви = O_2 везан за Hb + O_2 растворен у плазми

$$KO_2 = SaO_2 \times Hb \times 1.34 + 0.003 \times PaO_2$$

$$KO_2 = \text{ml } O_2 / 100 \text{ ml артеријске крви}$$

SaO_2 = проценат сатурације хемоглобина кисеоником, у форми децималне фракције,

Hb = количина хемоглобина (г / 100 мл крви)

1.34 = Капацитет хемоглобина за везивање кисеоника (Hufner-ов број), који указује да 1 г Hb може везати 1.34 мл O_2 када је у потпуности zasiћен са кисеоником.

0.003 = константа растворљивости кисеоника у плазми која означава да ће се

$$0.003 \text{ мл } O_2 / 100 \text{ мл плазме} / \text{mmHg } PaO_2$$

PaO_2 = артеријски парцијални притисак кисеоника

Када се удише 100% кисеоник при 1.5 АТА, долази до пораста артеријског парцијалног кисеоника (са 90 mmHg при удисању 20.9 % кисеоника, при 1АТА) на 1053 mmHg, да би при притиску од 2.5 АТА достигао 2000 mmHg. Као последица повећане оксигенације проценат физички раствореног кисеоника

при притиску од 1.5 АТА би порастао на 3.2 vol.% и 5.6 vol.% при притиску од 2.5 АТА. Како је хемоглобин у потпуности сатурисан кисоником при притиску од 2.5 АТА, укупна количина кисоника која се у оваквим условима преноси путем 100 мл крви би износила 26.8 vol.%. Тако да у оваквим условима 100% сатурисани оксихемоглобин прелази из артеријске у венску крв, јер физички растворен кисоник из плазме много лакше прелази у интерстицијумску течност (276). Када се примени притисак од 3 апсолутне атмосфере (АТА) количина од 6.8 мл кисеоника се физички раствара у 100 мл плазме. Ако се минути волумена срца одржи у физиолошким оквирима, ова количина кисеоника је довољна да задовољи метаболичке потребе организма у мировању.

Количина кисеоника која се допрема до ткива зависи од минутног волумена срца и количине кисеоника у артеријској крви (275).

$$DO_2 = MV \times KO_2$$

DO_2 = допремање кисеоника мл/мин

MV = минутни волумен мл/мин

У складу са Фик-овим принципом количина кисеоника коју преузме целокупан организам у јединици времена (VO_2) је једнака количнику минутног волумена и количине кисеоника коју ткива преузимају из крви. То се може прерачунати као разлика између количине кисеоника у артеријској крви и крви унутар пулмоналне артерије. Основна хипотеза хипербаричне оксигенације се заснива на чињеници да ће повећано снабдевање кисеоника у хипербаричним условима, појачати потрошњу кисеоника и задовољити метаболичке потребе у условима када VO_2 зависи од DO_2 (273).

Према томе потрошња кисеоника се за сваки орган може прерачунати као количник протока крви кроз дати орган и разлике између количине кисеоника у одговарајућој артерији и количине кисеоника у одговарајућим венама.

$$VO_2 = Q \times ([O_2]_a - [O_2]_v)$$

Q = проток крви кроз дати орган

$[O_2]_a$ = количина кисеоника у одговарајућој артерији

$[O_2]_v$ = количина кисеоника у одговарајућој вени

Екстракција кисеоника EO_2 се дефинише као разлика између количине кисеоника који су ткива преузела из крви, и количине кисеоника која је

достављена до датог органа, и зависи од степена метаболичке активности датог органа (277).

$$E_{O_2} = ([O_2]_a - [O_2]_v) / [O_2]_a$$

1.5.5. Хипербарична вазоконстрикција

За разлику од вазоконстрикције која настаје применом катехоламина, хипербарична вазоконстрикција не доводи до смањења снабдевања ткива кисеоником. Хипероксија у физиолошки очуваном ткиву изазива вазоконстрикцију, али је овај феномен компензован повећањем садржаја кисеоника у плазми у микроваскуларном простору. Значајно је да се нагласи да оваква вазоконстрикција настаје само у ткивима која су у стању хипероксије, као механизам превенције развоја кисеоничне токсичности, док се не развија у хипоксичким ткивима. Тако, ХБО омогућава да парцијални притисак кисоника у оштећеном ткиву остане на нормалном нивоу (278).

Вазоконстрикција у здравим регионима уз очување протока кроз исхемичне регионе, доводи до редистрибуције минутног волумена управо ка погођеним регионима. Овај феномен је у медицинској литератури познат као “Робин Худ Ефекат“ (275). Са друге стране, ова вазоконстрикција смањује едем ткива у посттрауматском периоду, услед смањења капиларне трансудације. На овај начин се доприноси санирању опекотина, компартмент синдрома као и краш повреда и може значајно допринети смањеном церебралном и медуларном едему.

1.5.6. Ефекти хипербаричне оксигенације на еритроците

Еритроцити су конкавне ћелијске творевине које могу мењати свој облик приликом проласка кроз капиларе, иако је дијаметар капилара мањи од дијаметра еритроцита (275). Способност еритроцита да мењају свој облик умонгоме утиче на вискозност крви.

Експериментално је показано да при притисцима мањим од 2 АТА способност еритроцита да мењају свој облик расте, док при вишим притисцима опада. (279). Промена вискозности крви може утицати како на сам проток, тако и на степен размене гасова на нивоу капилара.

1.5.7. Ефекти хипербаричне оксигенације на парцијални притисак кисеоника у ткивима

Последњи корак у кисеоничној каскади је транспорт кисеоника у ћелије (конвекцијом и пасивном дифузијом). Стварна вредност парцијалног притиска кисеоника у ткиву настаје постизањем равнотеже између количине кисеоника које је ткиво преузело из крви и количине кисеоника које су ћелије искористиле за своје метаболичке потребе (280, 281). Према томе, следећи фактори утичу на парцијални притисак кисеоника у ткиву (275):

- локалне енергетске потребе ткива у складу са степеном метаболизма,
- способност кардиоваскуларног система и микроваскуларне перфузије,
- капацитет крви за транспорт кисеоника,
- дифузија кисеоника из капилара до митохондрија у датом ткиву.

II

ЦИЉ ИСТРАЖИВАЊА

На основу свих горе наведених литературних података, као и ранијих истраживања главни циљ нашег истраживања је био да се покаже утицај примене ХБО на ток и исход протетичке рехабилитације пацијента са једностраном ампутацијом доњег екстремитета. У оквиру главног циља, таксативно су наведени остали задаци студије:

1. Утврдити утицај стања валидног екстремитета код пацијената третираних ХБО, на ток, трајање и исход протетичке рехабилитације у односу на пацијенте који нису третиран ХБО.
2. Утврдити утицај постоперативних компликација на дужину трајања препротетичке припреме, тока, трајања и исхода протетичке рехабилитације.
3. Одредити утицај компликација насталих током протетичке рехабилитације код пацијената третираних ХБО, на ток, трајање и исход протетичке рехабилитације у односу на пацијенте који нису третиран ХБО.
4. Сагледати организационе и техничке услове инкорпорације ХБО у савремени протокол протетичке рехабилитације за одређено индикационо подручје.
5. Предложити протокол примене ХБО у оквиру протетичке рехабилитације.

III
МАТЕРИЈАЛ И
МЕТОДЕ

3.1. ИСПИТАНИЦИ

Истраживање је обухватило 60 пацијената са једностраном ампутацијом доњег екстремитета (приближно једнаке заступљености леве или десне стране), старости од 55 до 75 година, оба пола, који су укључени у програме протетичке рехабилитације Специјалне болнице за рехабилитацију и ортопедску протетику у Београду. Иницијелни број пацијената који је обухваћен студијом је био преко 80, али је на крају услед субјективних и објективних околности број сведен на 60 који су подрвгнути комплетном програму протетичке рехабилитације.

3.2. УЗОРКОВАЊЕ

Пацијенти су били рандомизовано подељени у две групе, тако да се једној (експерименталној) групи применила ХБО уз стандардну протетичку рехабилитацију и терапију, (30 пацијената), док се је на другој (контролној) групи спроведена стандардна, протоколом утврђена, протетичка рехабилитација без додатка ХБО третмана (30 пацијената). Рандомизациона листа је формирана путем рандомизационог генератора интернет сајта www.randomization.com, у односу група 1:1, за укупно 60 испитаника, у једном блоку (Пример рандомизационе листе у прилогу).

Стандардна протетичка рехабилитација и терапија подразумева:

1. интернистичку и физијатријску процену могућности протетичке рехабилитације,
2. кинезитерапијски третман, који обухвата:
 - респираторне вежбе (двадесет понављања свакодневно),
 - бандажирање ампутационог патрљка (два пута дневно у трајању од два сата),
 - постуралне вежбе (у трајању од десет минута свакодневно),
 - вежбе за јачање грубе мишићне снаге горњих екстремитета (петнаест понављања свакодневно),
 - вежбе за очување и повећање обима покретљивости у зглобовима (петнаест понављања свакодневно),

- вежбе за јачање преостале натколоне мускулатуре натколоне ноге (петнаест понављања свакодневно),
 - тимску прескрипцију протезе (коју спроводе лекар терапеут, протетичар и лекар вођа тима),
 - обуку у ходу са првом протезом (два пута дневно у трајању од четрдесетпет минута)
 - фазне пробе ради биомеханичког центрирања протезе (по потреби)
3. терапију физикалним агенсима:
- ласер терапија (петнаест третмана током трајања рехабилитације),
 - магнет терапија (двадесет третмана током трајања рехабилитације),
 - терапија интерферентним струјама (петнаест третмана током трајања рехабилитације)
 - термо терапија (по потреби),
 - електростимулација (по потреби).

3.2.1. Параметри одређивања функционалне оспособљености пацијената са транфеморалном ампутацијом

Процена функционалне оспособљености представља значајну карактеристику у рехабилитацији пацијената са ампутацијом доњих екстремитета због тога што се сам процес рехабилитације заснива на повећању мобилности и самосталности. За сада у протетичкој рехабилитацији не постоји консензус о функционалном исходу. Инструменти функционалне оспособљености који се сада користе у клиничкој пракси могу себи поделити у три основне групе:

- упитници које попуњава сам пацијент,
- професионални извештаји и
- тестови моторичке и функционалне оспособљености

3.2.1.1. Упитници које попуњава сам пацијент

Ову групу инструмената карактерише једноставност поступка за процену. Осим лаке администрације ова група инструмената рефлектује и мишљење самог пацијента не само о корисности протетичке рехабилитације, већ и о задовољству пруженим услугама.

3.2.1.2. Професионални извештаји

Ову групу инструмената користе клиничари. Упитници и тестови су дефинисани тако да се морају поштовати строге смернице. Недостатак ових инструмената се огледа у могућој пристрасности самог испитивача, посебно ако је он укључен у сам процес рехабилитације тестираног испитаника.

3.2.1.3. Тестови моторичке и функционалне оспособљености

Ови тестови пружају најобјективнију слику о успешности протетичке рехабилитације.

Инструменти који се користе у одређивању функционалне оспособљености пацијената са једностраном ампутацијом доњег екстремитета у свакодневној клиничкој пракси су: Наранг скала, локомоторни индекс (LCI) и тест хода на два минута.

3.2.1.3.1. Наранг скала

Овај инструмент за одређивање функционалне оспособљености пацијената је представљен пре скоро тридесет година. Скала је формирана на основу праћења 500 испитаника у војном центру за рехабилитацију у Индији. Индијски научник Наранг је поставио једноставну категоризацију пацијената са ампутацијама на основу степена њихове покретљивости и касније употребе протезе.

У првобитној верзији Наранг је пацијенте класификовао у 5 (пет) категорија:

1. потпуно самостални у коришћењу протезе,

2. самостални уз употребу једног штапа или штаке,
3. самостални у кућним условима али за кретање ван куће потребна су инв. колица,
4. самостални у кретању са штакама без протезе,
5. крећу се само уз употребу инв. колица.

Скала је касније модификована тако да 1990. год у истом часопису аутор Т. Похјолеинен са сар, на основу резултата студије изведене на 175 испитаника у Финској, презентовао допуњену скалу са 7 категорија и то:

1. ход са протезом без додатних помагала,
2. ход са протезом без додатних помагала у кући, за ход ван куће са једном штаком или штапом,
3. ход са протезом у кући са једном или две штаке, за ход ван куће повремено потребна инв.колица,
4. ход са протезом у кући са једном или две штаке, за ход ван куће потребна инв.колица,
5. ход са протезом у кући са једном или две штаке на краћим релацијама, за дуже кретање потребна инв.колица,
6. ход са штакама без протезе,
7. кретање само уз помоћ инв. колица.

Оба аутора су уочила повезаност нивоа ампутације, узрока апутације и старости испитаника. Бољи резултати су постигнути код млађих пацијената са трауматским ампутацијама и на потколеним нивоу.

3.2.1.3.2. Локомоторни индекс – LCI

Локомоторни индекс представља део детаљнијег поступка за процену познатог под називом "протетички профил ампутирца" - Prosthetic Profile for Amputees (PPA) ауторке Кристине Готје и сар. са Универзитета у Монреалу, објављеног 1994. год. Суштина овог поступка је у избору радњи-задатака које

испитаник треба да изведе са протезом (укупно 14) и који се затим оцењују целим бројевима 0-3, у првобитној верзији, а касније је модификовао Франђињони (Franchignoni) са сар. у скалу са 5 градација, од 0 до 4. Систем оцењивања даје интервал између минималног скорa (0) и максималног скорa (56), са максималним међускором од 28.

Гик и сар. су 2006. год у часопису 'Prosthetic and Orthotic Int. објавили последњу верзију LCI са додатним скором који се односи на пацијентов жељени циљ оспособљавања. На овај начин се може пратити напредак од момента пријема протезе па до отпуста и то како објективно оцењивањем извршених задатака тако и праћењем "додатне вредности" односно степена реалности и критичности пацијента.

Скала се заснива на оцени да ли испитаник може да изврши неку од активности:

0 = не може

1 = може уз туђу помоћ

2 = може уз присуство друге особе

3 = може самостално уз помоћ помагала (штаке, ходалица, штап)

4 = може самостално без помагала

Задаци су подељени у две подгрупе:

- основне

- напредне

Основни задаци су:

1. устајање са столице,
2. ход у затвореном простору,
3. ход на отвореном простору по равном терену,
4. ход уз степенице уз употребу рукохвата,
5. ход низ степенице уз употребу рукохвата,

6. пењање уз ивичњак,
7. силажење са ивичњака.

Напредни задаци су:

1. подизање предмета са пода из стојећег става,
2. устајање са пода (нпр. након пада),
3. ход на отвореном простору по неравном терену (трава, шљунак, неасфалтирана подлога),
4. ход на отвореном простору при лошим временским условима (киша, снег, лед),
5. ход уз степенице без употребе рукохвата,
6. ход низ степенице без употребе рукохвата,
7. ход уз ношење тежих предмета.

3.2.1.3.3. Тест хода на 2 минута

Тест се користи за проверу издржљивости пацијента. Мери се пређена дистанца. Лак за извођење - потребни су само метар и штоперица.

3.3. Примена хипербаричне оксигенације (ХБО)

ХБО терапија је била спроведена у вишемесној барокомори модела "Наух", у оквиру 15 сеанси, трајања 60 минута, на притиску од 1.7 АТА (атмосфера). У студију су били укључени пацијенти код којих је до ампутације дошло услед гангрене дијабетесне етиологије, са најчешћим нивоима ампутације у средњој трећина натколенице и средњој трећини потколенице. Пацијенти код којих су дијагностиковане значајне компликације типа контрактура, инфекција оперативног реза, дехисценција, промена на валидном екстремитету и слично нису били укључени у истраживање.

3.4. Снага студије и величина узорка

Студијски узорак је прерачунат на основу резултата истраживања Zgonis-a и сарадника (282) као и Butler-a и сарадника (283). У првој студији је установљено да је успешност хипербаричног третмана код студијске популације која је слична оној која ће бити укључена и у наше истраживање, била 70%. У другој студији је установљено да је релативна разлика успешности односно неуспешности терапије хипербаричним кисеоником у превенцији компликација код ампутираних екстремитета била 44% и 35%, што је просечно око 40%. На основу ових података, предпостављена је та разлика између терапијске и контролне групе у нашој студији у погледу успеха лечења (70% vs 42%).

Имајући у виду напред наведене разлике у учесталости, за прорачун узорака су узети алфа грешка од 0.05 и снага студије од 0.8 и односа броја испитаника у контролној и експерименталној групи 1:1. Прорачун је урађен коришћењем одговарајућег рачунарског програма (284), за дихотомно, проспективно обележје и хи-квадрат тест. На овај начин, дефинитивни узорак је утврђен на 60 испитаника, од чега 30 у експерименталној и 30 у контролној групи.

3.5. Статистичка обрада података

Статистичка обрада података је рађена у статистичком пакету *SPSS 18.0 for Windows*. За опис параметара од значаја, у зависности од њихове природе су коришћене методе дескриптивне статистике, графичко и табеларно приказивање. У зависности од расподеле, проверене уз помоћ Kolmogorov-Smirnov или Shapiro-Wilk теста, за анализу података коришћени су одговарајући параметријски или непараметријски тестови. Тестирање значајности статистичке разлике између група је обављено т-тестом или Mann Whitney тестом. Разлика између два мерења је анализирана упареним т-тестом, односно Willcoxon-овим тестом. χ^2 тест је употребљен за испитивање да ли се два узорка значајно разликују у заступљености одређених модалитета неког атрибутивног обележја. Уколико је

фреквенције у табелама контингенције типа 2×2 била мања од 5 коришћен је Fisher-ов тест.

IV

РЕЗУЛТАТИ

4.1. ОСНОВНЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ ИСПИТАНИКА

Експериментална (НВО) и контролна група се нису значајно разликовале по старости и полу испитаника, као ни по страни тела испитаника на којој је извршена ампутација. Постојање разлика у узроку и нивоу ампутације између ових група није могло бити тестирано због малог броја испитаника у појединим подгрупама ($n < 5$, није испуњен услов за спровођење χ^2 теста), али се из Табеле 1 да приметити да су узорци и по тим параметрима били добро избалансирани. Ове две групе испитаника разликовале су се једино по томе што код испитаника из контролне групе никада није била примењена НВО у терапији.

Табела 1. Основне демографске карактеристике испитаника (** $P < 0.01$).

Група	Експериментална	Контролна	Тест
Старост (X±SD)			
Година	61.20±11.93	62.60±11.52	Mann-Whitney P=0.549
Пол (n)			
Мушки	25	21	χ^2 P=0.222
Женски	5	9	
Узрок ампутације (n)			
Дијабетесна гангрена	19	19	/
Васкуларна етиологија	6	9	
Траума	5	2	
Страна ампутације (n)			
Лева	14	14	χ^2 P=1.000
Десна	16	16	
Ниво ампутације (n)			
Горња трећина натколенице	2	3	/
Средња трећина натколенице	11	13	
Доња трећина натколенице	4	0	
Горња трећина потколенице	1	0	
Средња трећина потколенице	10	14	
Доња трећина потколенице	2	0	
Претходна примена НВО у терапији (n)			
Да	10	0	Fisher P=0.001* *
Не	20	30	

4.2. ПРОМЕНЕ КЛИНИЧКИХ ПАРАМЕТАРА НАКОН ЕКСПЕРИМЕНТАЛНОГ ПЕРИОДА

4.2.1. Фантомске сензације и фантомски бол

Разлике у учесталости фантомских сензација и фантомског бола између испитаника из експерименталне и контролне групе на пријему и при отпусту су приказане у Табели 2.

На пријему, фантомске сензације су се приближно подједнако често јављале у обе групе испитаника. У обе групе испитаника дошло је до смањења учесталости фантомских сензација након експерименталног периода, тако да су и при отпусту обе групе опет имале приближно подједнаку учесталост фантомских сензација.

С друге стране, фантомски бол се на пријему чешће јављао у експерименталној групи у односу на испитанике из контролне групе. Након експерименталног периода у експерименталној групи је дошло до статистички значајног смањења учесталости фантомског бола (**експериментална група:** $P=0.008$, McNemar-ов тест; **контролна група:** $P=0.815$, McNemar-ов тест), па се на отпусту фантомски бол јављао приближно уједначено у обе групе.

Табела 2. Учесталост фантомских сензација и фантомског бола између испитаника из експерименталне и контролне групе на пријему и при отпусту (**P<0.01).

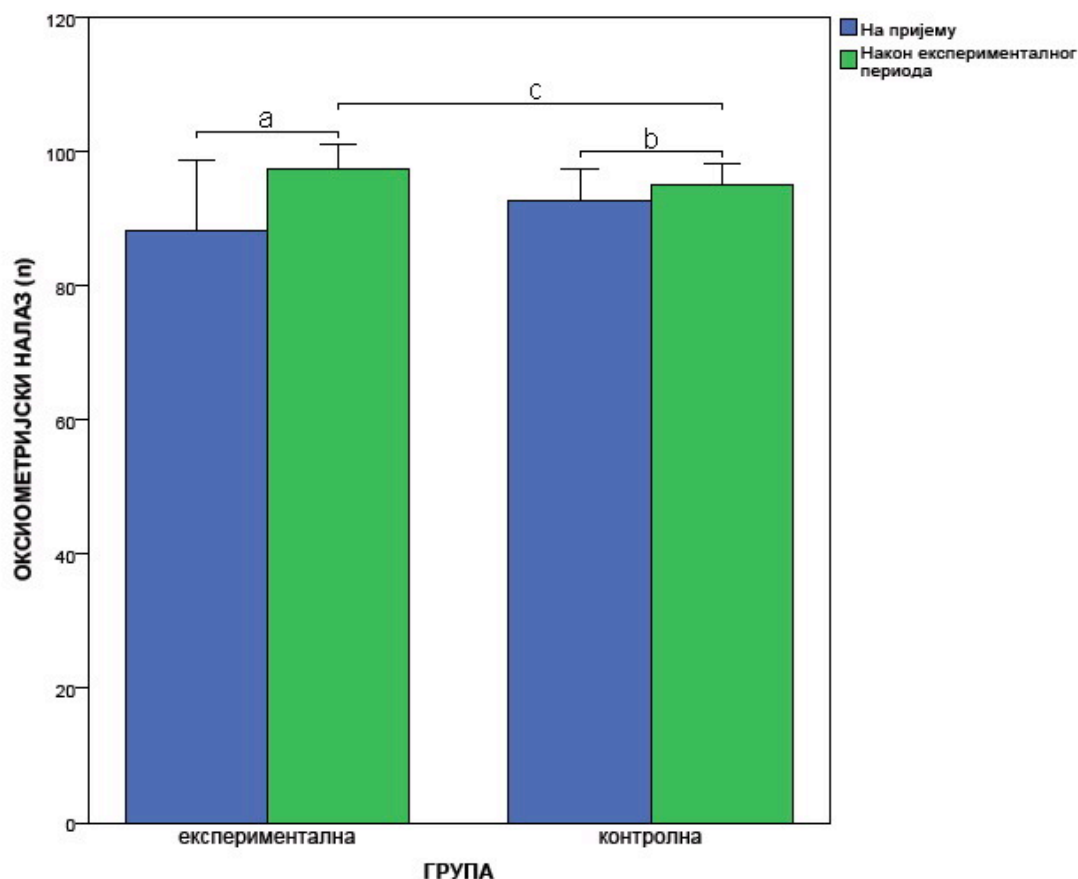
Група	Експериментална	Контролна	Тест
Фантомске сензације при пријему (n)			
Има	29	23	Fisher P=0.052
Нема	1	7	
Фантомске сензације при отпусту (n)			
Има	13	15	χ^2 P=0.605
Нема	17	15	
Фантомски бол при пријему (n)			
Има	20	8	χ^2 P=0.002* *
Нема	10	22	
Фантомски бол при отпусту (n)			
Има	10	7	χ^2 P=0.390
Нема	20	23	

4.2.2. Оксиометријски налаз

Разлике оксиометријских налаза (број) по пацијенту при пријему и на крају експерименталног периода између испитаника из експерименталне и контролне групе су приказане на Графику 1.

На пријему није било статистички значајне разлике у оксиометријским налазима између испитаника из експерименталне и контролне групе. Након експерименталног периода у обе групе испитаника оксиометријски налаз је био статистички значајно повишен у односу на налаз на пријему, али је то повећање било веће у групи испитаника третираних НВО терапијом, па је након експерименталног периода разлика у оксиометријском налазу између испитаника из експерименталне и контролне групе постала статистички значајна (просечна вредност оксиометријског налаза је била већа код испитаника третираних НВО терапијом).

График 1. Оксиометријски налаз код испитаника из експерименталне и контролне групе на пријему и након експерименталног периода (^aP=0.000, Wilcoxon-ов тест; ^bP=0.000, Wilcoxon-ов тест; ^cP=0.009, Mann-Whitney-ев тест).



4.2.3. Палпација пулса над ADP

Разлике у палпабилности пулса над ADP при пријему и при тиму за дефинитивно завршавање протезе између испитаника из експерименталне и контролне групе су приказане у Табели 3.

На пријему није било статистички значајне разлике у палпабилности пулса над ADP између испитаника из експерименталне и контролне групе, међутим током експерименталног периода у експерименталној групи је дошло до повећања броја испитаника којима је пулс над ADP постао палпабилан, док се однос испитаника са палпабилним и непалпабилним пулсом над ADP у

контролној групи није променио, па је при тиму за дефинитивно завршавање протезе пулс био палпабилан код статистички значајно већег броја испитаника из експерименталне групе.

Табела 3. Учесталост палпације пулса над ADP код испитаника из експерименталне и контролне групе на пријему и при тиму за дефинитивно завршавање протезе (*P<0.05).

Група	Експериментална	Контролна	Тест
Палпација пулса над ADP на пријему (n)			
Палпабилан	19	18	χ^2 P=0.791
Непалпабилан	11	12	
Палпација пулса над ADP при тиму за дефинитивно завршавање протезе (n)			
Палпабилан	27	18	Fisher P=0.015*
Непалпабилан	3	12	

4.2.4. Обими мускулатуре

Разлике у обиму натколоне и потколоне мускулатуре између испитаника из експерименталне и контролне групе на пријему, при тиму за прескрипцију и при тиму за дефинитивно завршавање су приказане на Графицима 2 и 3. Испитаници из експерименталне и контролне групе нису имали статистички значајно различит обим ни натколенице ни потколенице на првом мерењу (на пријему).

Обими и натколоне и потколоне мускулатуре значајно су се мењали током времена (у три различита времена мерења: на пријему, при тиму за прескрипцију и при тиму за дефинитивно завршавање) у обе групе испитаника (**натколеница:** експериментална група: P=0.000, ANOVA са поновљеним мерењима; контролна група: P=0.001, Friedman-ов тест; **потколеница:** експериментална група: P=0.027, Friedman-ов тест; контролна група P=0.016, Friedman-ов тест).

Обим натколоне мускулатуре на другом мерењу (при тиму за прескрипцију) статистички значајно је био већи у односу на измерене вредности

на првом мерењу (при пријему) у обе групе испитаника, међутим обим натколоне мускулатуре је статистички значајно наставио да расте само у групи третираној НВО терапијом што је довело до настајања разлике у вредностима обима натколенице између испитаника из експерименталне и контролне групе на трећем мерењу (при тиму за дефинитивно завршавање).

Што се тиче обима потколоне мускулатуре, он је у обе групе испитаника на трећем мерењу био статистички значајно већи него на пријему, с тим што је до статистички значајног пораста обима потколоне мускулатуре у експерименталној групи дошло у периоду између другог и трећег мерења, а у контролној групи између првог и другог мерења. Испитиване групе се ни у једном времену мерења нису статистички значајно разликовале по овом параметру.

График 2. Обим натколене мускулатуре испитаника из експерименталне и контролне групе на пријему, при тиму за прескрипцију и при тиму за дефинитивно завршавање (^aP=0.041, Упарени т тест; ^bP=0.000, Упарени т тест; ^cP=0.000, Упарени т тест; ^dP=0.011, Wilcoxon-ов тест; ^eP=0.019, Wilcoxon-ов тест; ^fP=0.017, Mann-Whitney-ев тест).

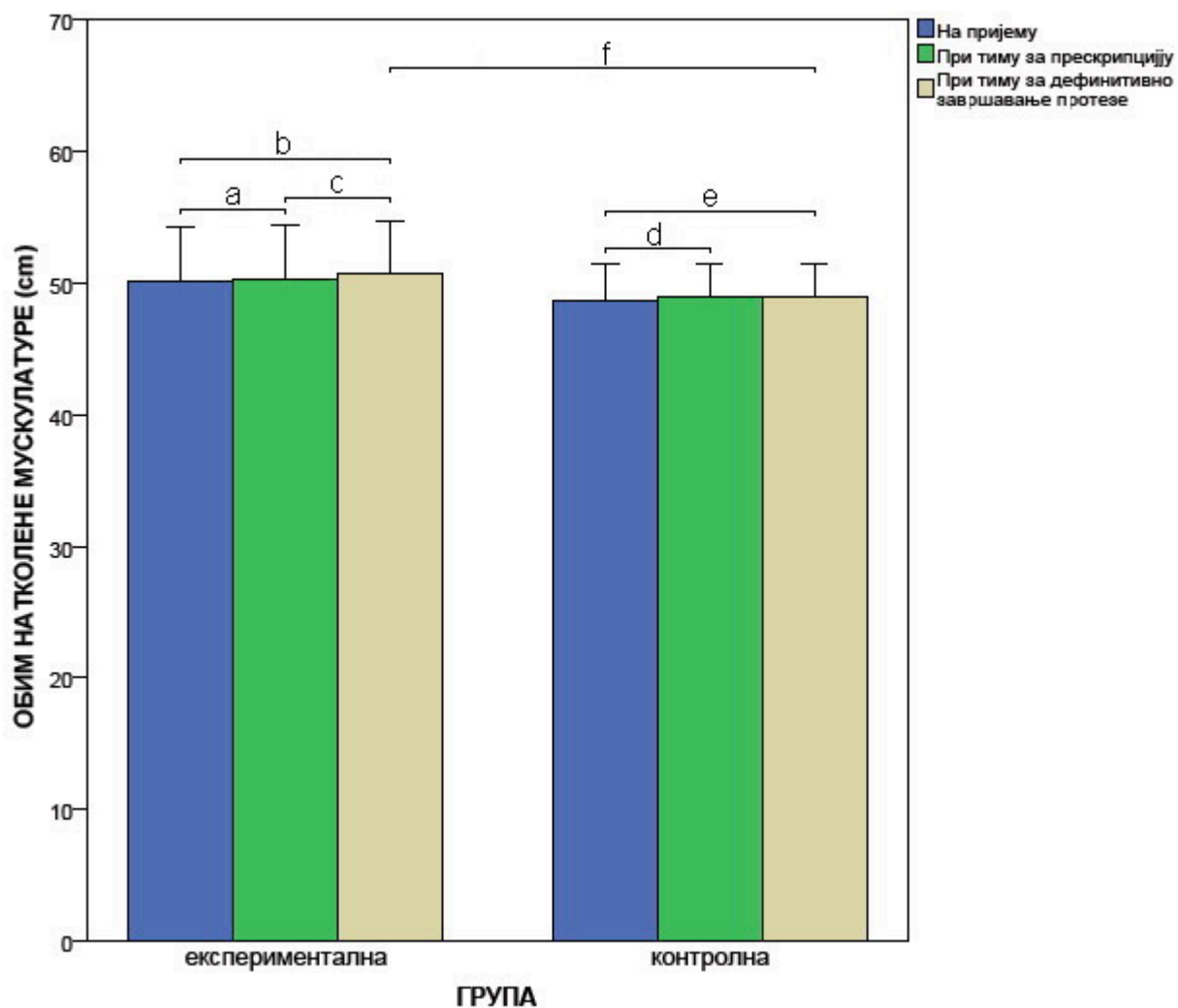
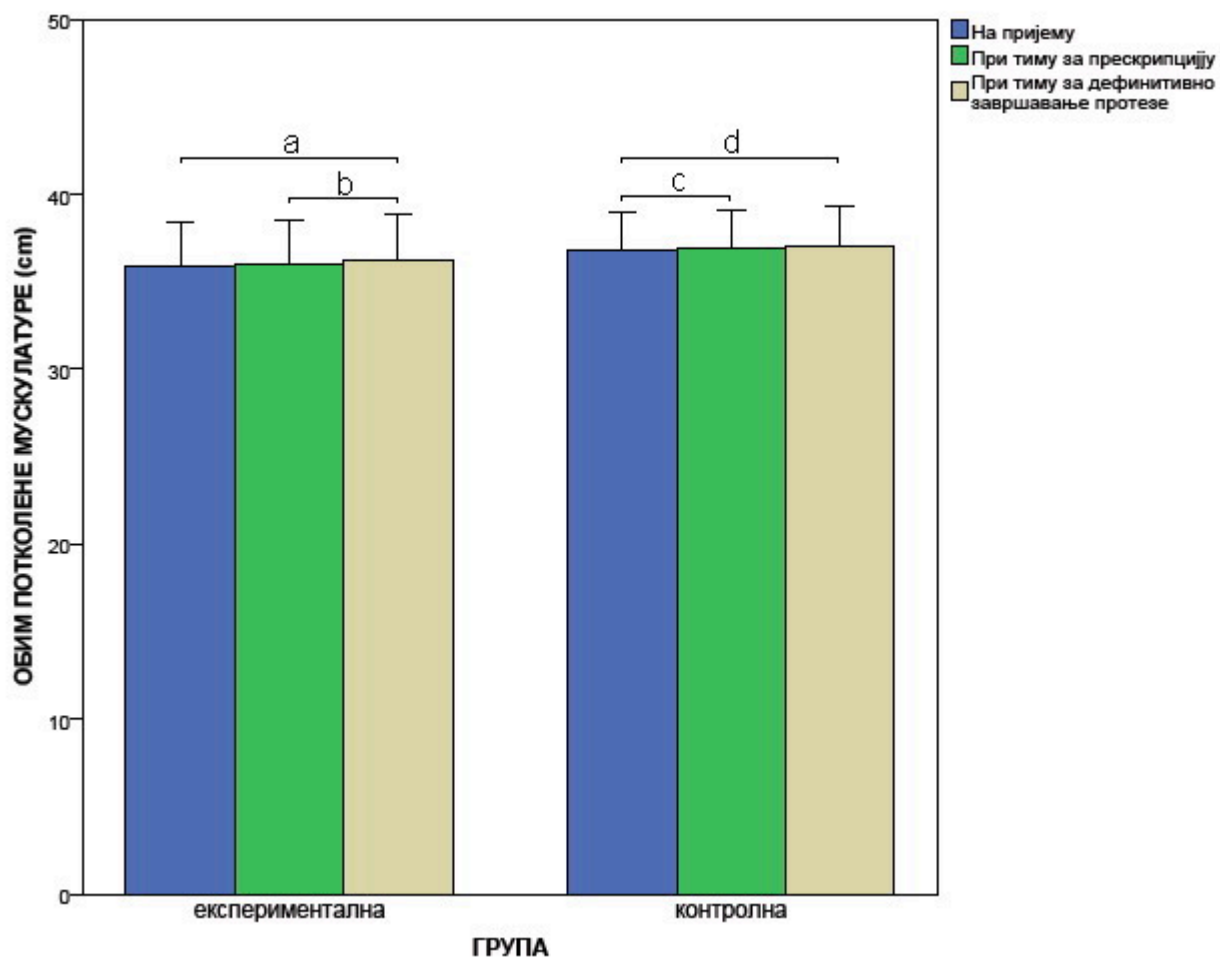


График 3. Обим потколоне мускулатуре испитаника из експерименталне и контролне групе на пријему, при тиму за прескрипцију и при тиму за дефинитивно завршавање. (^aP=0.019, Wilcoxon-ов тест; ^bP=0.011, Wilcoxon-ов тест; ^cP=0.046, Wilcoxon-ов тест; ^dP=0.020, Wilcoxon-ов тест).



4.2.5. Мишићна снага

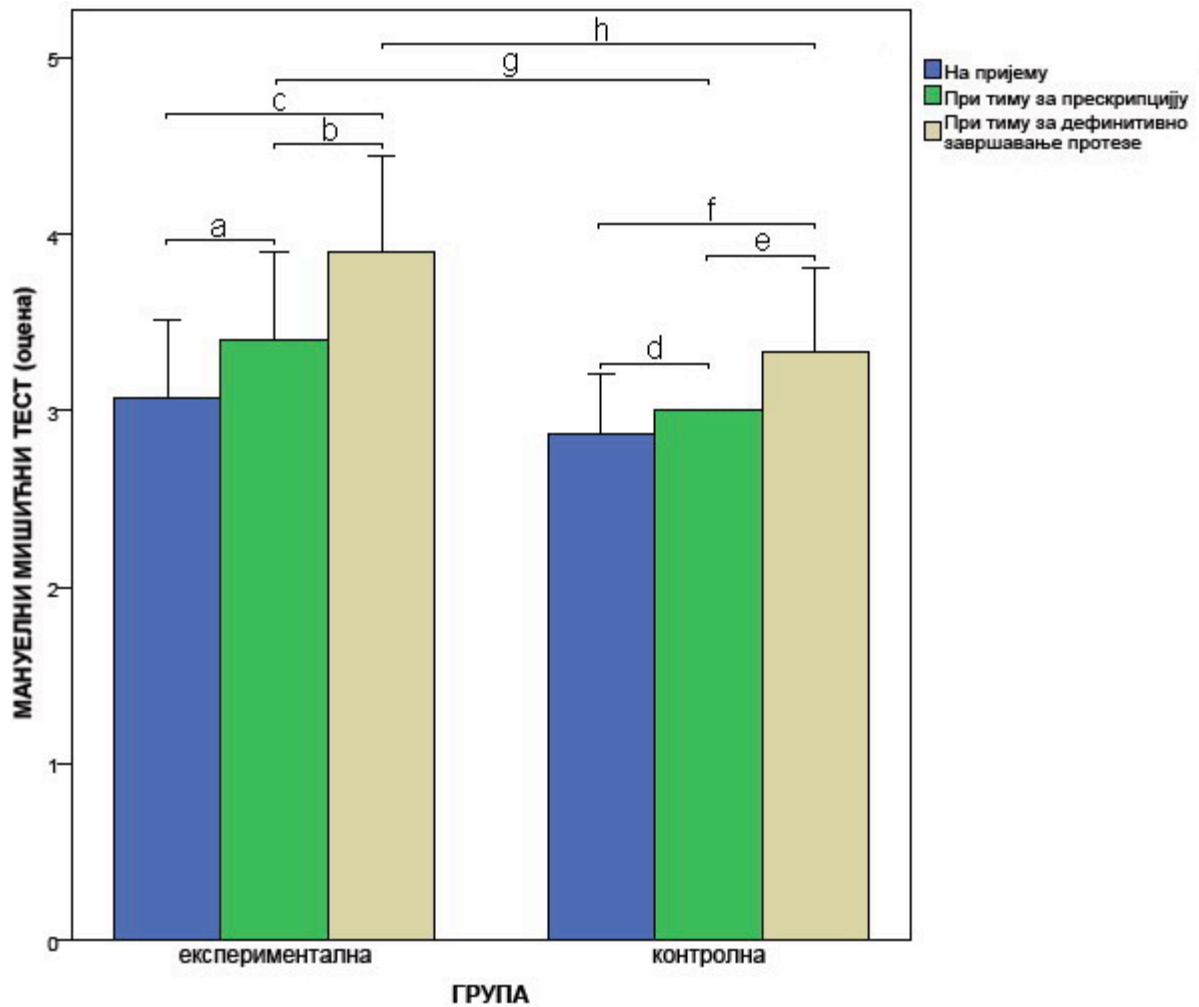
Разлике у резултатима мануелног мишићног теста (ММТ) за ампутациони патрљак између испитаника из експерименталне и контролне групе на пријему, при тиму за прескрипцију и при тиму за дефинитивно завршавање су приказане на Графику 4.

Испитаници из експерименталне (НВО) и контролне групе се нису статистички значајно разликовали по мишићној снази на првом мерењу (на пријему).

Мишићна снага се у обе групе испитаника статистички значајно мењала током времена (**експериментална група:** $P=0.000$, Friedman-ов тест; контролна група $P=0.016$, Friedman-ов тест).

У обе групе испитаника оцена на мануелном мишићном тесту је била статистички значајно већа из мерења у мерење, међутим пораст мишићне снаге био је већи у групи испитаника која је третирана НВО терапијом, тако да је већ на другом мерењу настала статистички значајна разлика у резултатима ММТ између експерименталне и контролне групе, а ова разлика одржала се и на трећем мерењу.

График 4. Резултати мануелног мишићног теста испитаника из експерименталне и контролне групе на пријему, при тиму за прескрипцију и при тиму за дефинитивно завршавање (^aP=0.002, Wilcoxon-ов тест; ^bP=0.000, Wilcoxon-ов тест; ^cP=0.000, Wilcoxon-ов тест; ^dP=0.046, Wilcoxon-ов тест; ^eP=0.002, Wilcoxon-ов тест; ^fP=0.000, Wilcoxon-ов тест; ^gP=0.000, Mann-Whitney-ев тест; ^hP=0.000, Mann-Whitney-ев тест).



4.2.6. Контрактура ампуационог патрљка

Разлике у учесталости контрактура ампуационог патрљка између испитаника из експерименталне и контролне групе на пријему и при тиму за дефинитивно завршавање су приказане у Табели 4.

Учесталост контрактура ампуационог патрљка на пријему била је статистички значајно мања у експерименталној групи. Током експерименталног периода је у обе групе дошло до смањења учесталости контрактура ампуационог патрљка, тако да је при тиму за дефинитивно завршавање протезе учесталост контрактура у експерименталној и контролној групи била приближно подједнака.

Табела 4. Учесталост контрактура ампуационог патрљка код испитаника из експерименталне и контролне групе на пријему и при тиму за дефинитивно завршавање протезе (** $P < 0.01$).

Група	Експериментална	Контролна	Тест
Контрактура ампуационог патрљка на пријему (n)			
Има	11	28	Fisher P=0.000**
Нема	19	2	
Контрактура ампуационог патрљка при тиму за дефинитивно завршавање протезе (n)			
Има	4	6	Fisher P=0.731
Нема	26	24	

4.2.7. Компликације на ампуационом патрљку

Разлике у учесталости компликација на ампуационом патрљку на пријему и током процеса рехабилитације између испитаника из експерименталне и контролне групе су приказане у Табели 5, а разлике у броју компликација по пацијенту на Графику 5.

При пријему учесталост компликација је била приближно подједнака у обе групе, али је у експерименталној групи у току рехабилитације дошло до њеног

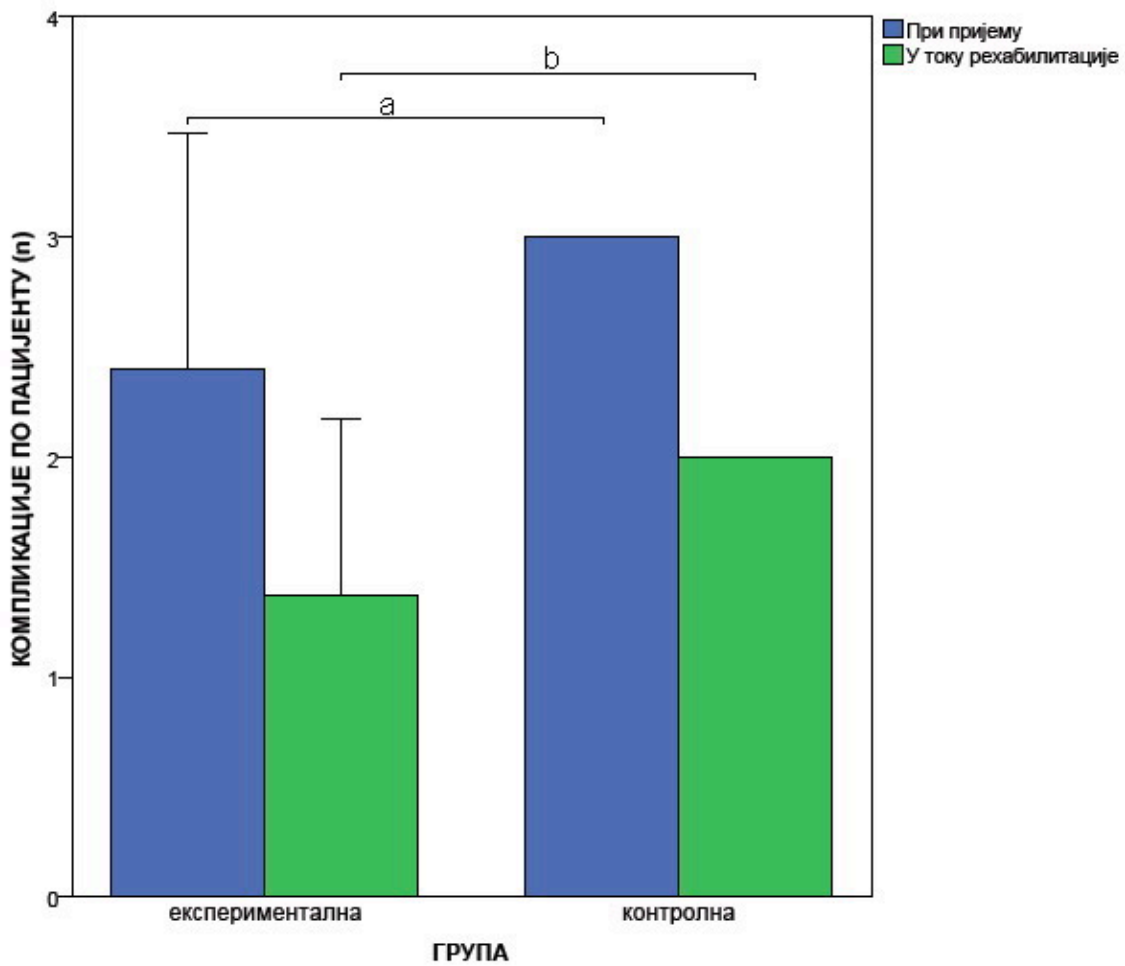
смањења док је у контролној групи остала иста, што је довело до постојања статистички значајне разлике у учесталости компликација између група у току рехабилитације.

Што се тиче броја компликација, експериментална група је и на пријему и у току рехабилитације имала статистички значајно мањи број компликација по пацијенту.

Табела 5. Учесталост компликација код испитаника из експерименталне и контролне групе на пријему и у току рехабилитације (* $P < 0.05$).

Група	Експериментална	Контролна	Тест
Компликације при пријему (n)			
Има	27	30	Fisher P=0.237
Нема	3	0	
Компликације у току рехабилитације (n)			
Има	24	30	Fisher P=0.024*
Нема	6	0	

График 5. Број компликација код испитаника из експерименталне и контролне групе на пријему и у току рехабилитације (^aP=0.003, Mann-Whitney-ев тест; ^bP=0.000, Mann-Whitney-ев тест).

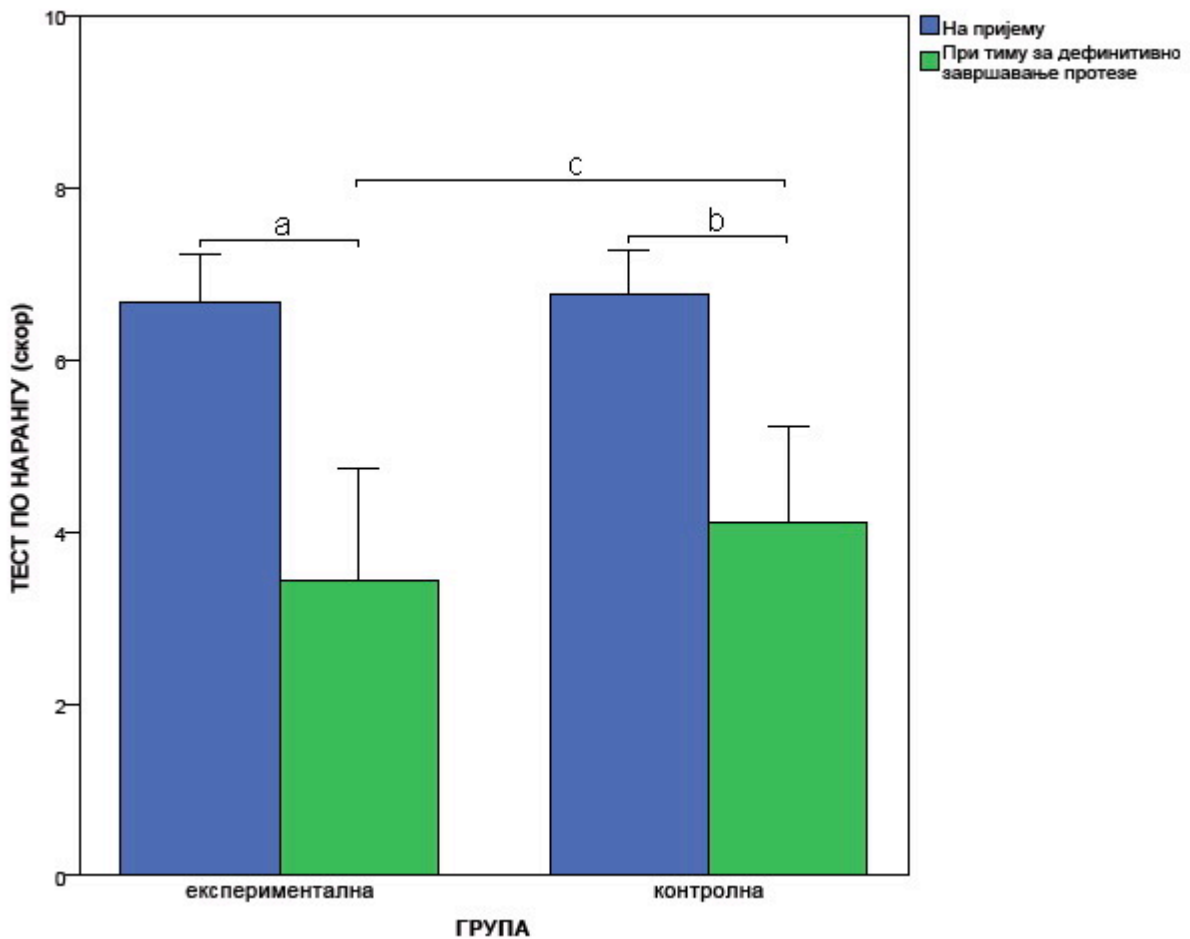


4.2.8. Тест по Нарангу

Разлике у резултатима теста по Нарангу на пријему и при тиму за дефинитивно завршавање протезе између испитаника из експерименталне и контролне групе су приказане на Графику 6.

Групе се на почетку експерименталног периода нису статистички значајно разликовале по вредностима Наранг скорa. Након експерименталног периода обе групе испитаника су на контролном мерењу имале статистички значајно ниже вредности Наранг скорa, а ово смањење је било израженије у групи испитаника који су били подвргнути НВО терапији, тако да су ови испитаници на контролном мерењу били оцењени са статистички значајно нижим Наранг скором од контролне групе испитаника.

График 6. Скор на тесту по Нарангу у експерименталној и контролној групи испитаника на пријему и при тиму за дефинитивно завршавање протезе (^aP=0.000, Wilcoxon-ов тест; ^bP=0.000, Wilcoxon-ов тест; ^cP=0.038, Mann-Whitney-ев тест).

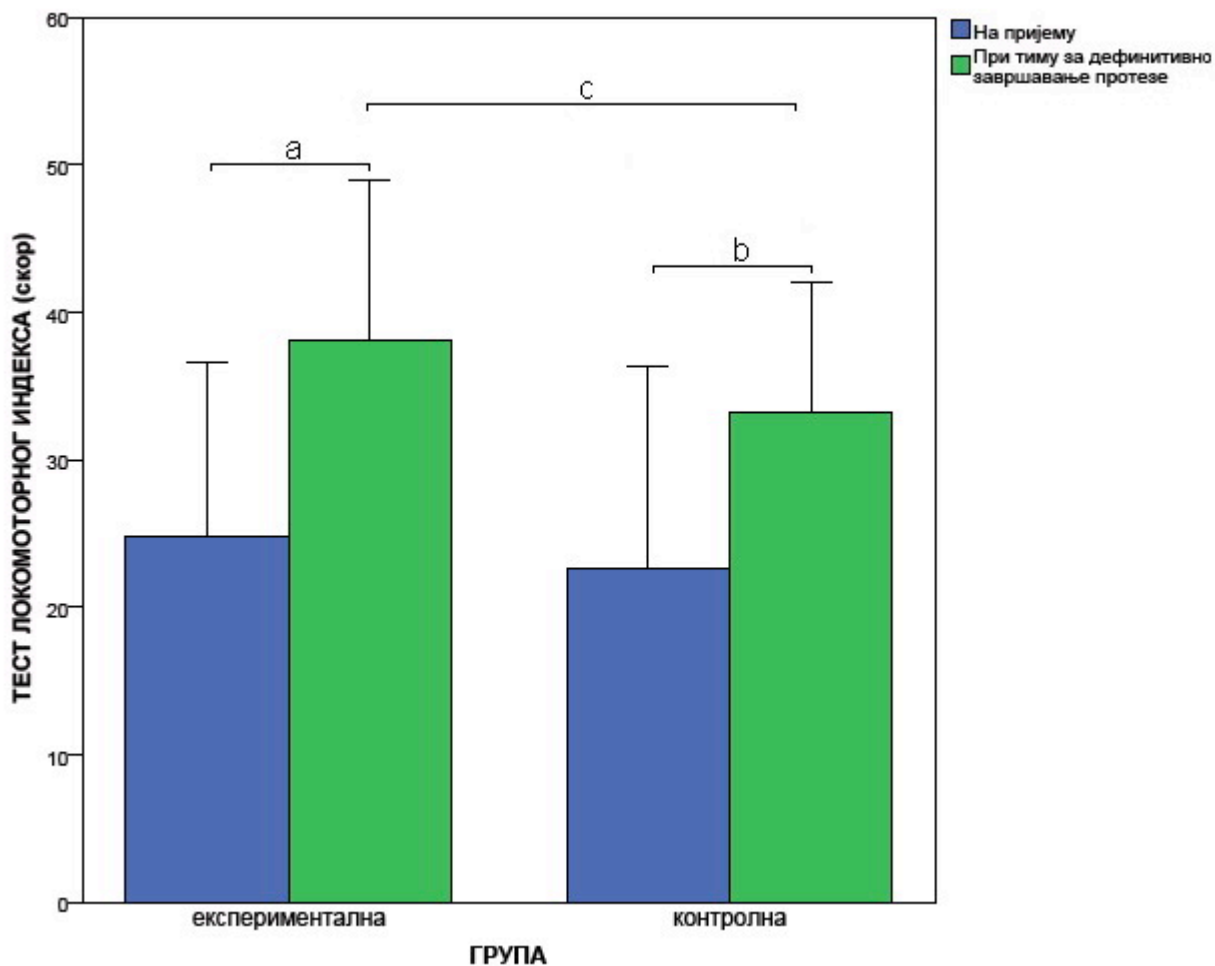


4.2.9. LCI тест

Разлике у резултатима теста локомоторног индекса на пријему и при тиму за дефинитивно завршавање протезе између испитаника из експерименталне и контролне групе су приказане на Графику 7, а разлика у укупном LCI скору између испитаника из експерименталне и контролне групе је приказана на Графику 8.

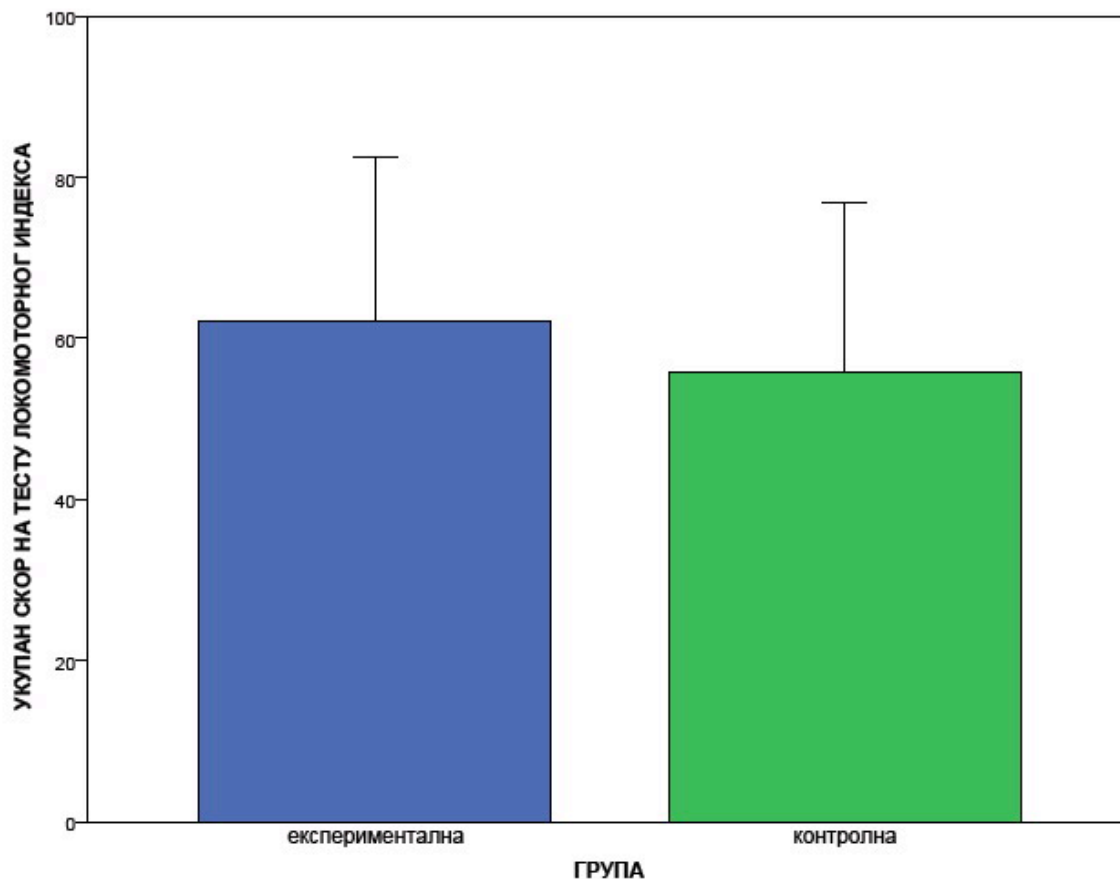
Експериментална и контролна група се на пријему нису разликовале по постигнутим вредностима LCI скорa. При тиму за дефинитивно завршавање протезе обе групе постигле су већи LCI скор у односу на резултате при пријему, али је ово повећање било веће у експерименталној групи, па је при тиму за дефинитивно завршавање протезе уочена статистички значајна разлика у вредностима LCI скорa између експерименталне и контролне групе.

График 7. Скор на LCI тесту у експерименталној и контролној групи испитаника на пријему и при тиму за дефинитивно завршавање протезе (^aP=0.000, Wilcoxon-ов тест; ^bP=0.000, Wilcoxon-ов тест; ^cP=0.048, Mann-Whitney-ев тест).



Што се тиче укупног LCI сора, експериментална и контролна група се нису статистички значајно разликовале.

График 8. Укупан LCI скор у експерименталној и контролној групи испитаника.

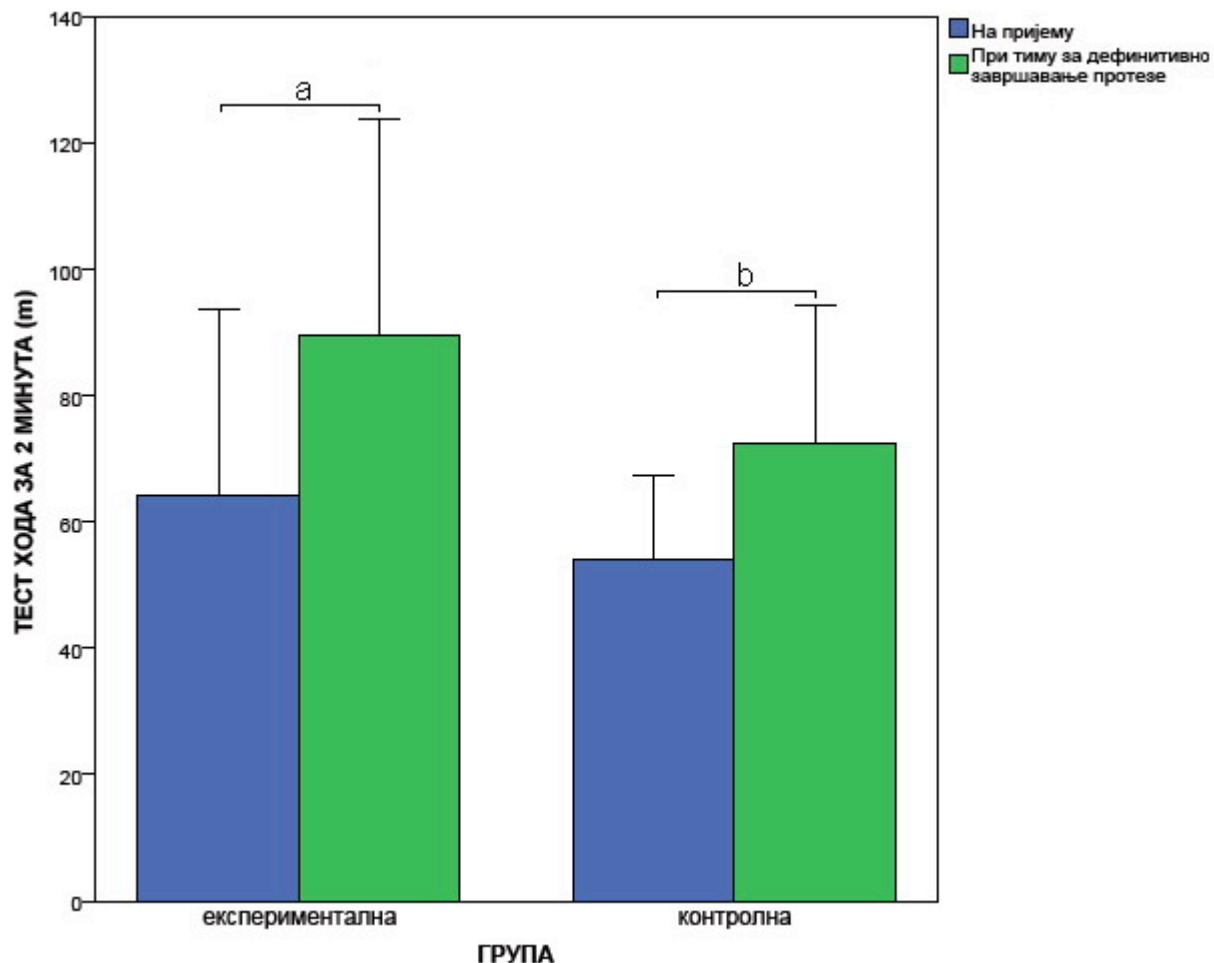


4.2.10. Тест хода 2 минута

Разлике у резултатима теста хода за 2 минута на пријему и и при тиму за дефинитивно завршавање протезе између испитаника из експерименталне и контролне групе су приказане на Графику 9.

Број пређених метара на тесту хода за 2 минута није се статистички значајно разликовао између група ни при пријему ни при тиму за дефинитивно завршавање протезе. До побољшања резултата на овом тесту током времена дошло је у обе групе испитаника.

График 9. Број пређених метара на тесту хода за 2 минута у експерименталној и контролној групи испитаника на пријему и при тиму за дефинитивно завршавање протезе (^aP=0.000, Wilcoxon-ов тест; ^bP=0.000, Wilcoxon-ов тест).



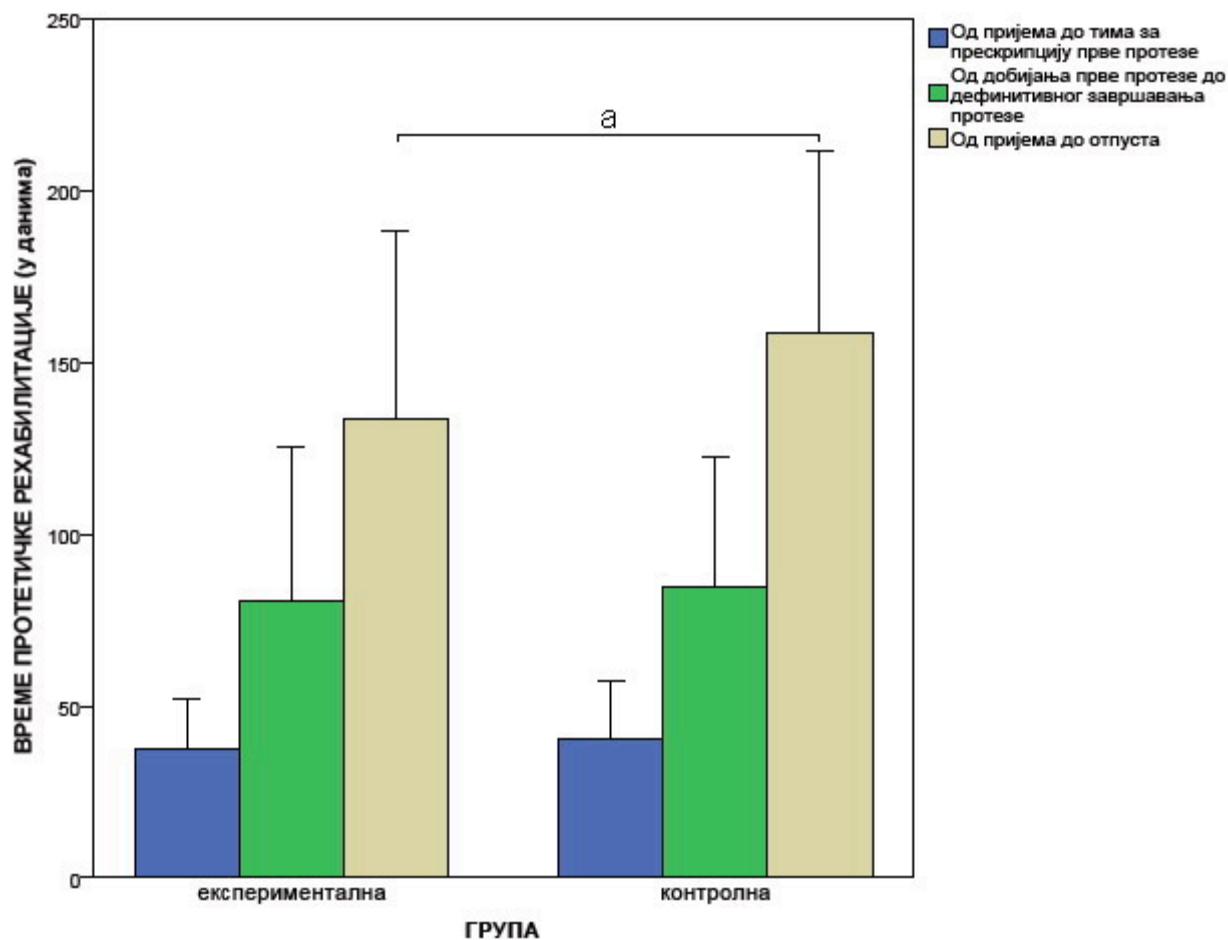
4.2.11. Време протетичке рехабилитације

Време протетичке рехабилитације (у данима) од: 1) пријема до прескрипције прве протезе, 2) добијања прве протезе до дефинитивног завршавања протезе, и 3) од пријема до отпуста у обе групе испитаника приказано је на Графику 10.

Експериментална и контролна група се нису статистички значајно разликовале по времену протетичке рехабилитације у првој и другој фази, али се јесу статистички значајно разликовале по укупном времену протетичке

рехабилитације (од пријема до отпуста), у смислу да је ово време било значајно краће у групи испитаника третираних НВО терапијом.

График 10. Време протетичке рехабилитације (у данима) од: 1) пријема до прескрипције прве протезе, 2) добијања прве протезе до дефинитивног завршавања протезе, и 3) од пријема до отпуста у експерименталној и контролној групи испитаника. ($^aP=0.047$, Mann-Whitney-ев тест)



V
ДИСКУСИЈА

Све је већи број студија који указују на успешност ХБО у терапији хроничних незарастајућих рана доњих екстремитета (285, 286 и других облика тешког оштећења меких ткива (287). Међутим, подаци о могућем позитивном дејству ХБО на протетичку рехабилитацију пацијената када, упркос свим примењеним терапијским процедурама до ампутације ипак дође, су раритетни. у том смислу, циљ овог истраживања је био да испитамо утицај ХБО на рехабилитацију пацијената са једностраном ампутацијом доњег екстремитета.

Претрагом литературе дошли смо само до две клиничке студије у чијем светлу би се могли анализирати наши резултати. У приказу случаја, Sohal и коаутори (288) пратили су ефекте ХБО на протетичку рехабилитацију 67-годишње пацијенткиње са потколеном ампутацијом десне ноге (услед гасне гангрене) и узнапредовалом хроничном опструктивном болешћу плућа. У наведеној студији приказан је случај протетичке рехабилитације само 1 пацијенткиње што свакако није довољно за доношење прецизнијих и потпунијих закључака. ипак, очигледно је да се, и поред несумњивих разлика, ови резултати налазе у корелацији са сазнањима садашње студије. У другој студији, Ciavivino и сарадници (289) испитивали су ефекте ХБО на различита обољења доњих екстремитета, укључујући и ампутације. Добијени резултати указали су на то да је примена ХБО довела до побољшања код само 11% пацијената укључених у студију, док код осталих није било значајнијих резултата. из аспекта нашег истраживања, важно је напоменути да је наведеном студијом обухваћена превише хетерогена група пацијената - од 54-воро само 13-оро (24%) њих је имало ампутирани екстремитет, остали су били подвргнути ХБО ради лечења дијабетесних улцерација, улцерација улсед артеријске инсуфицијенције и гангренозних лезија. Такође, не постоји податак да ли је међу пацијентима код којих је примећено побољшање било оних са ампутираним доњим екстремитетом што значајно отежава критичко разматрање резултата.

С друге стране, истраживања на анималним моделима сугеришу позитиван утицај ХБО у третману ампутираних екстремитета (290). наиме, показано је да примена ХБО (100% O₂, 2.9 аТа, 24 ° Ц, у трајању од 240 минута)

може подстаћи очување метаболичких процеса и спречавање настанка ацидозе ампутираних задњих екстремитета пацова (290).

Ови резултати представљају још једну потврду хипотезе о очувању ткива под утицајем кисеоника у хипербаричним условима. ипак, њихова клиничка примена захтева спровођење строго контролираних клиничких студија на великом броју пацијената.

У нашој испитиваној групи фантомске сензације су се приближно подједнако често јављале у обе групе испитаника на пријему у болницу. У обе групе испитаника дошло је до смањења учесталости фантомских сензација након експерименталног периода, тако да су и при отпусту обе групе опет имале приближно подједнаку учесталост фантомских сензација. С друге стране, фантомски бол се на пријему чешће јављао у експерименталној групи у односу на испитанике из контролне групе. Након експерименталног периода у експерименталној групи је дошло до статистички значајног смањења учесталости фантомског бола, па се на отпусту фантомски бол јављао приближно уједначено у обе групе.

На пријему није било статистички значајне разлике у оксиметријским налазима између испитаника из експерименталне и контролне групе (График 1). Након експерименталног периода у обе групе испитаника оксиметријски налаз је био статистички значајно повишен у односу на налаз на пријему, али је то повећање било веће у групи испитаника третираних НВО терапијом, па је након експерименталног периода разлика у оксиметријском налазу између испитаника из експерименталне и контролне групе постала статистички значајна (просечна вредност оксиметријског налаза је била већа код испитаника третираних НВО терапијом).

На пријему није било статистички значајне разлике у палпабилности пулса над ADP између испитаника из експерименталне и контролне групе (Табела 3), међутим током експерименталног периода у експерименталној групи је дошло до повећања броја испитаника којима је пулс над ADP постао палпабилан, док се однос испитаника са палпабилним и непалпабилним пулсом над ADP у

контролној групи није променио, па је при тиму за дефинитивно завршавање протезе пулс био палпабилан код статистички значајно већег броја испитаника из експерименталне групе.

Испитаници из експерименталне и контролне групе нису имали статистички значајно различит обим ни натколенице ни потколенице на првом мерењу (на пријему). (Графици 2 и 3).

Обими и натколене и потколене мускулатуре значајно су се мењали током времена (у три различита времена мерења: на пријему, при тиму за прескрипцију и при тиму за дефинитивно завршавање) у обе групе испитаника .

Обим натколене мускулатуре на другом мерењу (при тиму за прескрипцију) статистички значајно је био већи у односу на измерене вредности на првом мерењу (при пријему) у обе групе испитаника, међутим обим натколене мускулатуре је статистички значајно наставио да расте само у групи третираној НВО терапијом што је довело до настајања разлике у вредностима обима натколенице између испитаника из експерименталне и контролне групе на трећем мерењу (при тиму за дефинитивно завршавање).

Што се тиче обима потколене мускулатуре, он је у обе групе испитаника на трећем мерењу био статистички значајно већи него на пријему, с тим што је до статистички значајног пораста обима потколене мускулатуре у експерименталној групи дошло у периоду између другог и трећег мерења, а у контролној групи између првог и другог мерења. Испитиване групе се ни у једном времену мерења нису статистички значајно разликовале по овом параметру.

Испитаници из експерименталне (НВО) и контролне групе се нису статистички значајно разликовали по мишићној снази на првом мерењу (на пријему).

Мишићна снага се у обе групе испитаника статистички значајно мењала током времена (График 4). У обе групе испитаника оцена на мануелном мишићном тесту је била статистички значајно већа из мерења у мерење, међутим пораст мишићне снаге био је већи у групи испитаника која је третирана НВО терапијом, тако да је већ на другом мерењу настала статистички значајна разлика

у резултатима ММТ између експерименталне и контролне групе, а ова разлика одржала се и на трећем мерењу.

Учесталост контрактура ампутационог патрљка на пријему била је статистички значајно мања у експерименталној групи (Табела 4). Током експерименталног периода је у обе групе дошло до смањења учесталости контрактура ампутационог патрљка, тако да је при тиму за дефинитивно завршавање протезе учесталост контрактура у експерименталној и контролној групи била приближно подједнака.

С друге стране при пријему учесталост компликација је била приближно подједнака у обе групе, али је у експерименталној групи у току рехабилитације дошло до њеног смањења док је у контролној групи остала иста, што је довело до постојања статистички значајне разлике у учесталости компликација између група у току рехабилитације (Табела 5)

Што се тиче броја компликација, експериментална група је и на пријему и у току рехабилитације имала статистички значајно мањи број компликација по пацијенту.

Круцијални део наших резултатата представљају исходи тестова функционалне оспособљености по Нарангу, ЛЦИ и тест хода на два минута. Разлике у резултатима теста по Нарангу на пријему и и при тиму за дефинитивно завршавање протезе између испитаника из експерименталне и контролне групе су приказане на Графику 6. Групе се на почетку експерименталног периода нису статистички значајно разликовале по вредностима Наранг скорa. Након експерименталног периода обе групе испитаника су на контролном мерењу имале статистички значајно ниже вредности Наранг скорa, а ово смањење је било израженије у групи испитаника који су били подвргнути НВО терапији, тако да су ови испитаници на контролном мерењу били оцењени са статистички значајно нижим Наранг скором од контролне групе испитаника.

Разлике у резултатима теста локомоторног индекса на пријему и и при тиму за дефинитивно завршавање протезе између испитаника из експерименталне и контролне групе су приказане на Графику 7, а разлика у укупном LCI скору

између испитаника из експерименталне и контролне групе је приказана на Графику 8.

Експериментална и контролна група се на пријему нису разликовале по постигнутим вредностима LCI скорa. При тиму за дефинитивно завршавање протезе обе групе постигле су већи LCI скор у односу на резултате при пријему, али је ово повећање било веће у експерименталној групи, па је при тиму за дефинитивно завршавање протезе уочена статистички значајна разлика у вредностима LCI скорa између експерименталне и контролне групе.

Међутим, што се тиче укупног LCI скорa, експериментална и контролна група се нису статистички значајно разликовале.

Разлике у резултатима теста хода за 2 минута на пријему и и при тиму за дефинитивно завршавање протезе између испитаника из експерименталне и контролне групе су приказане на Графику 9.

Број пређених метара на тесту хода за 2 минута није се статистички значајно разликовао између група ни при пријему ни при тиму за дефинитивно завршавање протезе. До побољшања резултата на овом тесту током времена дошло је у обе групе испитаника.

Такође, експериментална и контролна група се нису статистички значајно разликовале по времену протетичке рехабилитације у првој и другој фази, али се јесу статистички значајно разликовале по укупном времену протетичке рехабилитације (од пријема до отпуста), у смислу да је ово време било значајно краће у групи испитаника третираних ХБО терапијом.

Генерално се наши резултати могу сабрати у следећем: Упоредјујући снагу и издржљивост ампутираног патрљка, као и дужину хода са протезом ове пацијенткиње и истих параметара особа њених година, дошли смо такође до закључка да спроведени рехабилитациони програм уз додатну примену ХБО, значајно побољшава и убрзава опоравак ове пацијенткиње са тешком клиничком сликом. недостаци ове студије се свакако односе на непостојање адекватне контролне групе и увида у број ХБО третмана. Проучавајући резултате ЛЦИ теста и Наранг скале уочили смо да је успех протетичке рехабилитације наших пацијената био несумњиво израженији у групи третираној ХБО. наши резултати

јасно показују да у случају хомогене групе пацијената, стандардна протетичка рехабилитација и терапија, уз примену ХБО омогућава бољу функционалну оспособљеност ових пацијената.

У интерпретацији резултата наше студије треба имати на уму и методолошка ограничења, пре свих чињеницу да студија није била маскирана, те постоји могућност нарушавања објективности оцене ефеката примењене терапије. Спровођење двоструко-слепо интервенције у области хипербаричне медицине је скопчано са значајним логистичким проблемима, али је ипак могуће, тако да будућа истраживања треба да уваже ову чињеницу (291). Ипак, резултати наше студије представљају значајан допринос имајући у виду проспективни дизајн, не мали број испитаника и употребу валидних инструмената клиничке процене. Болести периферних крвних судова, које су најчешћи узрок ампутација екстремитета, данас представљају велики здравствени проблем. Нови подаци о ефикасности и безбедости терапијских интервенција код иначе оскудних сазнања, представљају вредан научни допринос актуелним истраживањима. Наведена сазнања свакако истичу све већу оправданост примене ХБО као додатне процедуре у склопу протетичке рехабилитације пацијената са ампутираним екстремитетом, што би требало потврдити даљим истраживањима у мултицентричним студијама које обухватају већи број испитаника.

VI

ЗАКЉУЧЦИ

На основу свега изложеног у овој студији можемо извести следеће закључке:

1. Фантомски бол се на пријему чешће јављао у експерименталној групи у односу на испитанике из контролне групе. Након експерименталног периода у експерименталној групи је дошло до статистички значајног смањења учесталости фантомског бола, па се на отпусту фантомски бол јављао приближно уједначено у обе групе, што значи да је третман ХБО практично довео до смањења фантомског бола.
2. На пријему није било статистички значајне разлике у оксиометријским налазима између испитаника из експерименталне и контролне групе. Након експерименталног периода у обе групе испитаника оксиометријски налаз је био статистички значајно повишен у односу на налаз на пријему, али је то повећање било веће у групи испитаника третираних ХБО терапијом.
3. На пријему није било статистички значајне разлике у палпабилности пулса над ADP између испитаника из експерименталне и контролне групе, међутим током експерименталног периода у експерименталној групи је дошло до повећања броја испитаника којима је пулс над ADP постао палпабилан, док се однос испитаника са палпабилним и непалпабилним пулсом над ADP у контролној групи није променио, па је при тиму за дефинитивно завршавање протезе пулс био палпабилан код статистички значајно већег броја испитаника из експерименталне групе.
4. Обим натколоне мускулатуре на другом мерењу (при тиму за прескрипцију) статистички значајно је био већи у односу на измерене вредности на првом мерењу (при пријему) у обе групе испитаника, међутим обим натколоне мускулатуре је статистички значајно наставио да расте само у групи третираној ХБО терапијом што је довело до настајања разлике у вредностима обима натколенице између испитаника из експерименталне и контролне групе на трећем мерењу (при тиму за дефинитивно завршавање).

5. У обе групе испитаника оцена на мануелном мишићном тесту је била статистички значајно већа из мерења у мерење, међутим пораст мишићне снаге био је већи у групи испитаника која је третирана ХБО терапијом, тако да је већ на другом мерењу настала статистички значајна разлика у резултатима ММТ између експерименталне и контролне групе, а ова разлика одржала се и на трећем мерењу.

6. При пријему учесталост компликација је била приближно подједнака у обе групе, али је у експерименталној групи у току рехабилитације дошло до њеног смањења док је у контролној групи остала иста, што је довело до постојања статистички значајне разлике у учесталости компликација између група у току рехабилитације.

7. Групе се на почетку експерименталног периода нису статистички значајно разликовале по вредностима Наранг скорa. Након експерименталног периода обе групе испитаника су на контролном мерењу имале статистички значајно ниже вредности Наранг скорa, а ово смањење је било израженије у групи испитаника који су били подвргнути ХБО терапији, тако да су ови испитаници на контролном мерењу били оцењени са статистички значајно нижим Наранг скором од контролне групе испитаника.

8. Експериментална и контролна група се на пријему нису разликовале по постигнутим вредностима LCI скорa. При тиму за дефинитивно завршавање протезе обе групе постигле су већи LCI скор у односу на резултате при пријему, али је ово повећање било веће у експерименталној групи, па је при тиму за дефинитивно завршавање протезе уочена статистички значајна разлика у вредностима LCI скорa између експерименталне и контролне групе.

9. Број пређених метара на тесту хода за 2 минута није се статистички значајно разликовао између група ни при пријему ни при тиму за дефинитивно завршавање протезе. До побољшања резултата на овом тесту током времена дошло је у обе групе испитаника.

10. Експериментална и контролна група се нису статистички значајно разликовале по времену протетичке рехабилитације у првој и другој фази, али се јесу статистички значајно разликовале по укупном времену протетичке рехабилитације (од пријема до отпуста), у смислу да је ово време било значајно краће у групи испитаника третираних ХБО терапијом.

VII
ЛИТЕРАТУРА

ЛІТЕРАТУРА:

1. Murdoch G, Wilson AB Jr, eds. Amputation: Surgical Practice and Patient Management. St Louis, Mo: Butterworth-Heinemann Medical; 1996.
2. Tooms RE. Amputations. In: Crenshaw AH, ed. Campbell's Operative Orthopedics. Vol 1. 7th ed. St. Louis, Mo: Mosby-Year Book; 1987:597-637.
3. Higgins TF, Klatt JB, Beals TC. Lower Extremity Assessment Project (LEAP)--the best available evidence on limb-threatening lower extremity trauma. Orthop Clin North Am. Apr 2010;41(2):233-9.
4. Waters RL, Perry J, Antonelli D, Hislop H. Energy cost of walking of amputees: the influence of level of amputation. J Bone Joint Surg Am. 1976;58(1):42-6.
5. Matsen SL, Malchow D, Matsen FA 3rd. Correlations with patients' perspectives of the result of lower-extremity amputation. J Bone Joint Surg Am. 2000;82-A(8):1089-95.
6. Jones WS, Patel MR, Dai D, Subherwal S, Stafford J, Calhoun S, Peterson ED. Temporal trends and geographic variation of lower-extremity amputation in patients with peripheral artery disease: results from U.S. Medicare 2000-2008. J Am Coll Cardiol. 2012, 20;60(21):2230-6.
7. McCollum PT, Spence VA, Walker WF. Amputation for peripheral vascular disease: The case for level selection. Vol 75 (12):1193-1195, 1988.
8. Chen Hung-Chi, Gharb Bahar Bassiri, Salgado, Christopher J. Elective Amputation of the Toes in Severe Lymphedema of the Lower Leg: Rationale and Indications. Annals of Plastic Surgery. 2009, 63 (2): 193-197.
9. Bosse MJ, MacKenzie EJ, Kellam JF, et al. A prospective evaluation of the clinical utility of the lower-extremity injury-severity scores. J Bone Joint Surg Am. 2001;83-A(1):3-14.

10. Lipsky BA, Berendt AR, Deery HG, et al. Diagnosis and treatment of diabetic foot infections. *Clin Infect Dis.* 2004;39(7):885-910.
11. Tseng CH, Chong CK, Tseng CP, et al. Mortality, causes of death and associated risk factors in a cohort of diabetic patients after lower-extremity amputation: a 6.5-year follow-up study in Taiwan. *Atherosclerosis.* 2008;197(1):111-7.
12. Dudkiewicz I, Schwarz O, Heim M, Herman A, Siev-Ner I. Trans-metatarsal amputation in patients with a diabetic foot: reviewing 10 years experience. *Foot (Edinb).* 2009;19(4):201-4.
13. Fitzpatrick, MC. The Psychologic Assessment and Psychosocial Recovery of the Patient With an Amputation. *Clinical Orthopaedics & Related Research:* 1999 - Vol 361: 98-107.
14. Schwarz D. Historical observation of indications for amputation of the hand. *Beitr Orthop Traumatol.* 1989;36(3):120-4.
15. Tintle SM, Forsberg JA, Keeling JJ, Shawen SB, Potter BK. Lower extremity combat-related amputations. *J Surg Orthop Adv.* Spring 2010;19(1):35-43.
16. Wangenstein OH, Smith J, Wangenstein SD. Some highlights in the history of amputation reflecting lessons in wound healing. *Bulletin of the History of Medicine* 1967, 41(2):97-131.
17. Kinch KJ, Clasper JC. A brief history of war amputation. *J R Army Med Corps.* 2011 Dec;157(4):374-80.
18. Manring MM, Hawk A, Calhoun JH, Andersen RC. Treatment of war wounds: a historical review. *Clin Orthop Relat Res.* 2009;467(8):2168-91.
19. Stansbury LG, Branstetter JG, Lalliss SJ. Amputation in military trauma surgery. *J Trauma.* 2007;63(4):940-4.
20. Wilson AB. 1992. History of amputation surgery and prosthetics. In *Atlas of Limb Prosthetics: Surgical, Prosthetic, and Rehabilitation Principles*, Bowker JH, Michael JW (eds). Mosby Year Book: St. Louis, MO: 3–15.
21. L. B. Eebkov. Level of lower limb amputation in relation to etiology: an epidemiological study. *Prosthetics and Orthotics International*, 1992: 16,

- 163-1 67.
22. Sierra RJ; Trousdale RT; Pagnano MW. Above-the-Knee Amputation After a Total Knee Replacement : Prevalence, Etiology, and Functional Outcome. *J Bone Joint Surg Am*, 2003 Jun 01;85(6):1000-1004.
 23. Smith DG, Assal M, Reiber GE, Vath C, LeMaster J, Wallace C. Minor environmental trauma and lower extremity amputation in high-risk patients with diabetes: incidence, pivotal events, etiology, and amputation level in a prospectively followed cohort. *Foot & Ankle International / American Orthopaedic Foot and Ankle Society [and] Swiss Foot and Ankle Society*, 2003, 24(9):690-695.
 24. Aileen M. Davis, Michael Devlin, Anthony M. Griffin, et al. Functional outcome in amputation versus limb sparing of patients with lower extremity sarcoma: A matched case-control study. *Vol 80 (6), 1999: 615–618.*
 25. Trautwein, LC; Smith, DG; Rivara, FP. Pediatric amputation injuries: etiology, cost, and outcome. *Journal of Trauma-Injury Infection & Critical Care: 1996, Vol 41 (5) , 831-838.*
 26. Holstein P. Level Selection in Leg Amputation for Arterial Occlusive Disease: A Comparison of Clinical Evaluation and Skin Perfusion Pressure. 1982, Vol. 53, No. 5 :821-831.
 27. M. Lorenz, K. Panitz, C. Grosse-Furtner, J. Meyer, R. Lorenz. Lower-limb amputation, prevalence of abdominal aortic aneurysm and atherosclerotic risk factors. *Volume 81 (6): 839–840, 1994.*
 28. Yeager RA, Moneta GL, Edwards JM, Taylor LM et al. Deep vein thrombosis associated with lower extremity amputation. *Vol 22, (5), 1995: 612–615.*
 29. Malone JM, Leal JM, Moore WS, Henry RE. The “gold standard” for amputation level selection: Xenon-133 clearance. *J Surg Res, Vol 30, 1981:449–455.*
 30. van Niekerk LJA, Stewart CPU and Jain AS. Major lower limb amputation following failed infrainguinal vascular bypass surgery: A prospective

- study on amputation levels and stump complications. *Prosthet Orthot Int* 2001 vol. 25 no. 1: 29-33.
31. Dwars BJ, van den Broek TAA, Rauwerda JA. Criteria for reliable selection of the lowest level of amputation in peripheral vascular disease. *J Vasc Surg, Volume 15, 1992: 536–542.*
 32. Esquenazi A. Amputation rehabilitation and prosthetic restoration. From surgery to community reintegration. *Disab & Rehab* 2004, Vol. 26: 831-836.
 33. Wütschert R, Bounameaux H. Determination of amputation level in ischemic limbs: reappraisal of the measurement of TcPO₂. *Diabetes Care*, 1997 vol. 20: 1315-1318.
 34. P Graf, J Schaff, E Biemer. Temporary ectopic implantation for salvage of amputated digits. *British journal of plastic surgery*, 49, 174–177 1996.
 35. Sobel E, Japour CJ, Giorgini RJ. Use of Prostheses and Footwear in 110 Inner-City Partial-Foot Amputees. *JAPMA* January 1, 2001 vol. 91, 34-49.
 36. Sanders LJ, Dunlap G. Transmetatarsal amputation. A successful approach to limb salvage. *JAPMA*, 1992 vol. 82, 129-135.
 37. DeCotiis MA. Lisfranc and Chopart amputations. *Clin Podiatr Med Surg*. 2005; 22(3):385-93.
 38. Letts M, Pyper A. The modified Chopart's amputation. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 1990 (256): 44-49.
 39. Tosun B, Buluc L, Gok U, Unal C. Boyd amputation in adults. *Foot Ankle Int*. 2011; 32(11):1063-8.
 40. WJ Gaine WJ, McCreath SW. Syme's amputation revisited. *J Bone Joint Surg [Br]* 1996;78-B:461-7.
 41. Mathieu Assal; Douglas G. Smith; Ryan Blanck. Extended Posterior Flap for Transtibial Amputation. *Orthopedics* June 2005, Vol 28 (6), 542-546.
 42. Faber DC, Fielding LP. Gritti-Stokes (through-knee) amputation: should it be reintroduced? *Southern Medical Journal*, 2001, 94(10):997-1001.
 43. Gottschalk FA, Stills M. The biomechanics of trans-femoral amputation. *Prosthet Orthot Int* 1994 vol. 18 no. 1 12-17.

44. Zalavras CG, Rigopoulos N, Ahlmann E, Patzakis MJ. Hip disarticulation for severe lower extremity infections. *Clin Orthop Relat Res.* 2009; 467(7):1721-6.
45. Rudert M, Holzapfel BM, Pilge H, Rechl H, Gradinger R. Partial pelvic resection (internal hemipelvectomy) and endoprosthetic replacement in periacetabular tumors. *Oper Orthop Traumatol.* 2012 Jul;24(3):196-214.
46. Barnett CC Jr, Ahmad J, Janis JE, Lemmon JA, Morrill KC, McClelland RN. Hemipelvectomy: back to front. *Am J Surg.* 2008;196(6):1000-2.
47. DJ Butler, NW Turkal, JJ Seidl. Amputation: preoperative psychological preparation. *The Journal of the American Board of Family Practice / American Board of Family Practice*, 1992, 5(1):69-73.
48. Malloy JP, Dalling JG, El Dafrawy MH, Bustillo JS, Reid JS. Tibiofibular bone-bridging osteoplasty in transtibial amputation: case report and description of technique. *J Surg Orthop Adv.* 2012;21(4):270-4.
49. Folsom D, King T, Rubin JR. Lower-extremity amputation with immediate postoperative prosthetic placement. *The American Journal of Surgery*, Vol 164, 1992, 320–322.
50. Gwinn DE, Keeling J, Froehner JW, McGuigan FX, Andersen R. Perioperative differences between bone bridging and non-bone bridging transtibial amputations for wartime lower extremity trauma. *Foot Ankle Int.* 2008;29(8):787-93.
51. Tintle SM, Keeling JJ, Forsberg JA, Shawen SB, Andersen RC, Potter BK. Operative complications of combat-related transtibial amputations: a comparison of the modified burgess and modified Ertl tibiofibular synostosis techniques. *J Bone Joint Surg Am.* 2011, 1;93(11):1016-21
52. Tucker CJ, Wilken JM, Stinner PD, Kirk KL. A comparison of limb-socket kinematics of bone-bridging and non-bone-bridging wartime transtibial amputations. *J Bone Joint Surg Am.* 2012;94(10):924-30.
53. Stahel PF, Oberholzer A, Morgan SJ, Heyde CE. Concepts of transtibial amputation: Burgess technique versus modified Brückner procedure. *ANZ J Surg.* 2006 ;76(10):942-6. Review.

54. Taylor BC, French B, Poka A, Blint A, Mehta S. Osteomyoplastic and traditional transtibial amputations in the trauma patient: perioperative comparisons and outcomes. *Orthopedics*. 2010 ;33(6):390.
55. Samuel A. Weiss, Brad Lindell. Phantom limb pain and etiology of amputation in unilateral lower extremity amputees. 1996, 11(1), 3–17.
56. Low CK, Chew WY, Howe TS, Tan SK. Factors affecting healing of below knee amputation. *Singapore Med J*. 1996;37(4):392-3.
57. Pollard J, Hamilton GA, SM Rush SM. Mortality and morbidity after transmetatarsal amputation: retrospective review of 101 cases. *The Journal of Foot and Ankle Surgery* 2006, 45(2):91-97.
58. Aulivola B, Hile CN, Hamdan AD, Sheahan MG. Major lower extremity amputation: outcome of a modern series. *Major Lower Extremity Amputation Outcome of a Modern Series*. *Arch Surg*. 2004;139(4):395-399.
59. Hosch J, Quiroga C, Bosma J, Peters EJ, Armstrong DG, Lavery LA. Outcomes of transmetatarsal amputations in patients with diabetes mellitus. *J Foot Ankle Surg*, 36 (1997), pp. 430–434.
60. Sage R, Pinzur MS, Cronin R, Preuss HF, Osterman H. Complications following midfoot amputation in neuropathic and dysvascular feet. *J Am Podiatr Med Assoc*, 79 (1989), 277–280.
61. Feinglass J, Pearce WH, Martin GJ, et al. Postoperative and late survival outcomes after major amputation findings from the Department of Veteran Affairs National Surgical Quality Improvement Program. *Surgery*, 130 (2001), 21–29.
62. Ploeg AJ, Lardenoye JW, Vranckem Peeters PFM, et al. Contemporary Series of Morbidity and Mortality after Lower Limb Amputation. *European Journal of Vascular and Endovascular Surgery*, 2005, 29, 633–637.
63. Mueller MJ, Allen BT, Sinacore DR. Incidence of skin breakdown and higher amputation after transmetatarsal amputation: implications for rehabilitation. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 1995, 76

- (1):50–54.
64. Nikolajsen L. Postamputation pain: studies on mechanisms. *Dan Med J.* 2012;59(10):B4527.
 65. Zhuo M. Cortical depression and potentiation: basic mechanisms for phantom pain. *Exp Neurobiol.* 2012 D;21(4):129-35.
 66. Tseng WS, Chen HC, Hung J, Tasi TR. " Flow-Through" Type Free Flap for Revascularization and Simultaneous Coverage of a Nearly Complete Amputation of the Foot: Case Report and Literature Review. *Journal of Trauma-Injury Infection & Critical Care*, 2000, 48(4): 773-776.
 67. Lusardi MM, Nielsen CC. *Orthotics and prosthetics in rehabilitation* Boston: Butterworth-Heinemann; (2nd Ed.), 2000.
 68. Fleury AM, Salih SA, Peel NM. Rehabilitation of the older vascular amputee: A review of the literature. *Geriatr Gerontol Int.* 2012 Dec 26. doi: 10.1111/ggi.12016. [Epub ahead of print].
 69. Hershkovitz A, Dudkiewicz I, Brill S. Rehabilitation outcome of post-acute lower limb geriatric amputees. *Disabil Rehabil.* 2013 Mar;35(5):221-7.
 70. Hordacre B, Birks V, Quinn S, Barr C, Patrilli BL, Crotty M. *Physiotherapy Rehabilitation for Individuals with Lower Limb Amputation: A 15-Year Clinical Series.* *Physiother Res Int.* 2012 Jun 6. doi: 10.1002/pri.1529. [Epub ahead of print].
 71. Knowlton LM, Gosney JE, Chackungal S, et al. Consensus statements regarding the multidisciplinary care of limb amputation patients in disasters or humanitarian emergencies: report of the 2011 Humanitarian Action Summit Surgical Working Group on amputations following disasters or conflict. *Prehosp Disaster Med.* 2011;26(6):438-48.
 72. Esquenazi A. *Rehabilitation in limb deficiency.* 4. Limb amputation. 1996, 77 (3), S18–S28.
 73. Stineman MG, Kwong PL, Kurichi JE. The effectiveness of inpatient rehabilitation in the acute postoperative phase of care after transtibial or transfemoral amputation: study of an integrated health care delivery

- system. *Arch Phys Med Rehabil.* 2008; 89(10): 1863–1872.
74. Huston C, Dillingham TR, Esquenazi A. Rehabilitation of the lower limb amputee. *Rehabilitation of the Injured Combatant. Book, Volume 1, 2000.*
 75. Ali S, Abu Osman NA, Naqshbandi MM, Eshraghi A, Kamyab M, Gholizadeh H. Qualitative study of prosthetic suspension systems on transtibial amputees' satisfaction and perceived problems with their prosthetic devices. *Arch Phys Med Rehabil.* 2012;93(11):1919-23.
 76. Resnik L, Meucci MR, Lieberman-Klinger S, Fantini C, Kelty DL, Disla R, Sasson N. Advanced upper limb prosthetic devices: implications for upper limb prosthetic rehabilitation. *Arch Phys Med Rehabil.* 2012;93(4):710-7.
 77. Ivanenko YP, Dominici N, Cappellini G, Di Paolo A, Giannini C, Poppele RE, Lacquaniti F. Changes in the Spinal Segmental Motor Output for Stepping during Development from Infant to Adult. *J Neurosci.* 2013;33(7):3025-3036.
 78. Silverman AK, Neptune RR. Muscle and prosthesis contributions to amputee walking mechanics: a modeling study. *J Biomech.* 2012;45(13):2271-8.
 79. Manderson L, Warren N. The art of (re)learning to walk: trust on the rehabilitation ward. *Qual Health Res.* 2010;20(10):1418-32.
 80. Nolan L. A training programme to improve hip strength in persons with lower limb amputation. *J Rehabil Med.* 2012;44(3):241-8.
 81. Gard SA, Su PF, Lipschutz RD, Hansen AH. Effect of prosthetic ankle units on roll-over shape characteristics during walking in persons with bilateral transtibial amputations. *J Rehabil Res Dev.* 2011;48(9):1037-48.
 82. Lin SJ, Bose NH. Six-minute walk test in persons with transtibial amputation. *Arch Phys Med Rehabil.* 2008;89(12):2354-9.
 83. Hordacre B, Birks V, Quinn S, Barr C, Patrilli BL, Crotty M. Physiotherapy Rehabilitation for Individuals with Lower Limb Amputation: A 15-Year Clinical Series. *Physiother Res Int.* 2012 Jun 6. doi: 10.1002/pri.1529. [Epub ahead of print].

84. Akarsu S, Tekin L, Safaz I, Göktepe AS, Yazicioğlu K. Quality of life and functionality after lower limb amputations: comparison between uni- vs. bilateral amputee patients. *Prosthet Orthot Int.* 2013;37(1):9-13.
85. Medved V. *Measurement of Human Locomotion.* Boca Raton: CRC Press, 2001.
86. Rose J, Gamble JG (ed). *Human Walking.* Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2006.
87. Brand R. Can biomechanics contribute to clinical orthopaedic assessments. *Iowa Orthop J* 1987; 9:61-4.
88. Heimer Ž. *Automatizirano kliničko mjerenje biomehanike i kineziologije hoda.* Zagreb: Fakultet elektrotehnike i računarstva. 2005; 162. Magistarski rad.
89. Kadaba MP, Ramakrishnan HK, Wooten ME. Measurement of lower extremity kinematics during level walking. *J Orthop Res* 1990; 8:383-92.
90. Goldberg SR, Ounpuu S, Arnold AS, Gage JR, Delp LS. Kinematic and kinetic factors that correlate with improved knee flexion following treatment for stiff- knee gait. *J Biomech* 2006; 39:689-98.
91. Kasović M. *Nova metoda biomehaničkog testiranja dinamičke stabilnosti koljenog zgloba.* Zagreb: Kineziološki fakultet. 2004; 120. Magistarski rad.
92. Simon RS. Quantification of human motion: gait analysis - benefits and limitations to its application to clinical problems. *J Biomech* 2004, 37; 1869-80.
93. Sanderson DJ, Martin PE. Lower extremity kinematic and kinetic adaptations in unilateral below-knee amputees during walking. *Gait & Posture* 1997, 6(2) 126–136.
94. Mattes SJ, Martin PE, Royer TD. Walking symmetry and energy cost in persons with unilateral transtibial amputations: matching prosthetic and intact limb inertial properties. *Arch Phys Med Rehab* 2000, 81(5) 561–568.
95. Gitter A, Czerniecki J, Meinders M. Effect of prosthetic mass on swing

- phase work during above-knee amputee ambulation. *Am J Phys Med Rehabil.* 1997;76(2):114-21.
96. Rietman JS, Postema K and Geertzen JHB. Gait analysis in prosthetics: Opinions, ideas and conclusions. *Prosthet Orthot Int* 2002 26: 50.
97. American association of orthopedic surgeons. 1981. Atlas of limb prosthetics. St. Louis, the CV Mosby Co.,1981.
98. Dale A, Berry CP. 1987. Composite materials for orthotics and prosthetics. *Orthotics and prosthetic*, 4-35.
99. Donald G, Shurr DG, Cook TM. 2000. Prosthetics and Orthotics. Appleton & Lange. ISBN: 0838579779;
100. Faulkner V. et al. 1987. Evaluation of high strength materials for prostheses. *Orthotics and prosthetics*, 4, 44-58.
101. Husić I, Irha E, Živković O. 1990. Plastični materijali u ortopedskoj tehnici. *Ortopedska pomagala* 4/III; 6.
102. Lehneish R, Chu DS. 1984. Adelglass. *Prosthetics & Orthotics*, 1, 6-8.
103. Michelle M, Lusardi P. et al. 1998. Orthotics and Prosthetics in Rehabilitation. Butterworth-Heinemann Medical; ISBN: 0750698071;
104. Nawoczinski D, Epler M. 1997. Orthotics in Functional Rehabilitation of the Lower Limb. ISBN: 0721661343. WB Saunders.
105. Redford JB, Basmajian JB, and al. 1996. Orthotics: Clinical Practice and Rehabilitation Technology. ISBN 0443089922. Churchill Livingstone.
106. Laferrier JZ, Gailey R. Advances in lower-limb prosthetic technology. *Phys Med Rehabil Clin N Am.* 2010;21(1):87-110.
107. Rand JA, Trousdale RT, Ilstrup DM, Harmsen WS. Factors affecting the durability of primary total knee prostheses. *J Bone Joint Surg Am*, 2003;85(2):259-265.

108. John MW, Modern Prosthetic Knee Mechanisms. *Clinical Orthopaedics & Related Research*. 1999, 361, pp 39-47.
109. Sultan, PG; Most, E; Schule, SM. Optimizing Flexion After Total Knee Arthroplasty: Advances in Prosthetic Design. *Clinical Orthopaedics & Related Research*. 2003, 416, pp 167-173.
110. Seyedali M, Czerniecki JM, Morgenroth DC, Hahn ME. Co-contraction patterns of trans-tibial amputee ankle and knee musculature during gait. *J Neuroeng Rehabil*. 2012;9:29.
111. Insall J, Scott WN, Ranawat CS. The total condylar knee prosthesis. A report of two hundred and twenty cases. *The Journal of Bone and Joint Surgery*. 1979, 61(2):173-180.
112. Vilensky JA, O'Connor BL, Brandt KD, Dunn EA, Rogers PI, DeLong CA. Serial kinematic analysis of the unstable knee after transection of the anterior cruciate ligament: temporal and angular changes in a canine model of osteoarthritis. *J Orthop Res*. 1994;12(2):229-37.
113. Catranis JG. Some recent developments in lower extremity prostheses. *Ann N Y Acad Sci*. 1951;51(7):1229-50.
114. Winter DA. Biomechanics of below-knee amputee gait. *Journal of Biomechanics* 1988, 21 (5), 361–367.
115. Ferris DP, Sawicki GS, Domingo AR. Powered Lower Limb Orthoses for Gait Rehabilitation. *Topics in Spinal Cord Injury Rehabilitation* 2005, 11(2), 34-49.
116. Meier MR, Hansen AH, Gard SA, McFadyen AK. Obstacle course: users' maneuverability and movement efficiency when using Otto Bock C-Leg, Otto Bock 3R60, and CaTech SNS prosthetic knee joints. *J Rehabil Res Dev*. 2012;49(4):583-96.
117. Vallery H, Burgkart R, Hartmann C, Mitternacht J, Riener R, Buss M. Complementary limb motion estimation for the control of active knee prostheses. *Biomed Tech (Berl)*. 2011;56(1):45-51.
118. Lythgo N, Marmaras B, Connor H. Physical function, gait, and dynamic balance of transfemoral amputees using two mechanical passive prosthetic

- knee devices. *Arch Phys Med Rehabil.* 2010;91(10):1565-70.
119. Farrell MT, Herr H. A method to determine the optimal features for control of a powered lower-limb prostheses. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc.* 2011;2011:6041-6.
120. Janisse DJ, Janisse EJ. Shoes, orthoses, and prostheses for partial foot amputation and diabetic foot infection. *Foot Ankle Clin.* 2010;15(3):509-23.
121. Mezo R. Device for stabilizing joints of the limbs. 1998, US Patent, US5823979.
122. Phillips VL. Foot prosthesis having cushioned ankle. 2001, US Patent, US7879110.
123. Spaulding SE, Chen T, Chou LS. Selection of an above or below-ankle orthosis for individuals with neuropathic partial foot amputation: a pilot study. *Prosthet Orthot Int.* 2012;36(2):217-24.
124. Wilson MT. Prosthetic foot with composite heel. 2011, US Patent, US7871443.
125. Portnoy S, Kristal A, Gefen A, Siev-Ner I. Outdoor dynamic subject-specific evaluation of internal stresses in the residual limb: hydraulic energy-stored prosthetic foot compared to conventional energy-stored prosthetic feet. *Gait Posture.* 2012;35(1):121-5.
126. Dillon MP, Fatone S, Hansen AH. Effect of prosthetic design on center of pressure excursion in partial foot prostheses. *J Rehabil Res Dev.* 2011;48(2):161-78.
127. Herr HM, Grabowski AM. Bionic ankle-foot prosthesis normalizes walking gait for persons with leg amputation. *Proc Biol Sci.* 2012;279(1728):457-64.
128. Ferris AE, Aldridge JM, Rábago CA, Wilken JM. Evaluation of a powered ankle-foot prosthetic system during walking. *Arch Phys Med Rehabil.* 2012;93(11):1911-8.
129. Dürriegl P, Jelic M. Rehabilitacija osoba s amputacijom udova. *Fizikalna medicina i rehabilitacija* 1994;1-2: 36-50.

130. Tsur A, Karayani F, Galin A, Volpin G. Utilization of prosthesis in patients who underwent below-knee amputation. *Harefuah*. 2010 Oct;149(10):635-9.
131. Ostojić L, Ostojić Z, Rupčić E, Punda-Basić M. Intermediate rehabilitation outcome in below-knee amputations: descriptive study comparing war-related with other causes of amputation. *Croat Med J*. 2001;42(5):535-8.
132. Bilodeau S, Hébert R, Desrosiers J. Lower limb prosthesis utilisation by elderly amputees. *Prosthet Orthot Int*. 2000;24(2):126-32.
133. Pezzin LE, Dillingham TR, Mackenzie EJ, Ephraim P, Rossbach P. Use and satisfaction with prosthetic limb devices and related services. *Arch Phys Med Rehabil*. 2004;85(5):723-9.
134. Blumentritt S. A new biomechanical method for determination of static prosthetic alignment. *Prosthet Orthot Int*. 1997;21(2):107-13.
135. Wühr J, Veltmann U, Linkemeyer L, Drerup B, Wetz HH. Influence of Modern Above-Knee Prostheses on the Biomechanics of Gait. *Advances in Medical Engineering Springer Proceedings in Physics 2007*, 114, pp 267-272.
136. Kaufman KR, Levine JA, Brey RH, Iverson BK, McCrady SK, Padgett DJ, Joyner MJ. Gait and balance of transfemoral amputees using passive mechanical and microprocessor-controlled prosthetic knees. *Gait Posture*. 2007;26(4):489-93.
137. Blumentritt S, Schmalz T, Jarasch R. Significance of static prosthesis alignment for standing and walking of patients with lower limb amputation. [Orthopade](#). 2001;30(3):161-8.
138. Bellmann M, Schmalz T, Blumentritt S. Comparative biomechanical analysis of current microprocessor-controlled prosthetic knee joints. *Arch Phys Med Rehabil*. 2010;91(4):644-52.
139. Burger H, Marincek C, Isakov E. Mobility of persons after traumatic lower limb amputation. *Disabil Rehabil*. 1997;19(7):272-77.
140. Sansam K, Neumann V, O'Connor R, Bhakta B. Predicting walking ability following lower limb amputation: a systematic review of the literature. *J*

- Rehabil Med. 2009 ;41(8):593-603.
141. Flor H. Phantom-limb pain: characteristics, causes, and treatment. *Lancet Neurol.* 2002;1(3):182-9.
142. van Eijk MS, van der Linde H, Buijck B, Geurts A, Zuidema S, Koopmans R. Predicting prosthetic use in elderly patients after major lower limb amputation. *Prosthet Orthot Int.* 2012;36(1):45-52.
143. Ratliff DA, Clyne CA, Chant AD, Webster JH. Prediction of amputation wound healing: the role of transcutaneous pO₂ assessment. *Br J Surg.* 1984 ;71(3):219-22.
144. Houghton AD, Taylor PR, Thurlow S, Rootes E, McColl I. Success rates for rehabilitation of vascular amputees: implications for preoperative assessment and amputation level. *Br J Surg.* 1992;79(8):753-5.
145. Houghton A, Allen A, Luff R, McColl I. Rehabilitation after lower limb amputation: a comparative study of above-knee, through-knee and Gritti-Stokes amputations. *Br J Surg.* 1989;76(6):622-4.
146. Pedrinelli A, Saito M, Coelho RF, Fontes RB, Guarniero R. Comparative study of the strength of the flexor and extensor muscles of the knee through isokinetic evaluation in normal subjects and patients subjected to trans-tibial amputation. *Prosthet Orthot Int.* 2002;26(3):195-205.
147. Cosgrove CM, Thornberry DJ, Wilkins DC, Ashley S. Surgical experience and supervision may influence the quality of lower limb amputation. *Ann R Coll Surg Engl.* 2002;84(5):344-7.
148. Okamoto AM, Guarniero R, Coelho RF, Coelho FF, Pedrinelli A. The use of bone bridges in transtibial amputations. *Rev Hosp Clin Fac Med Sao Paulo.* 2000 ;55(4):121-8.
149. Jensen JS, Craig JG, Mtalo LB, Zelaya CM. Clinical field follow-up of high density polyethylene (HDPE)-Jaipur prosthetic technology for trans-tibial amputees. *Prosthet Orthot Int.* 2004;28(3):230-44.
150. Graf M, Freijah N. Early trans-tibial oedema control using polymer gel socks. *Prosthet Orthot Int.* 2003;27(3):221-6.
151. Mak AF, Zhang M, Boone DA. State-of-the-art research in lower-limb

- prosthetic biomechanics-socket interface: a review. *J Rehabil Res Dev.* 2001 ;38(2):161-74.
152. Burke B, Kumar R, Vickers V, Grant E, Scremin E. Deep vein thrombosis after lower limb amputation. *Am J Phys Med Rehabil.* 2000;79(2):145-9.
153. Pandian G, Kowalske K. Daily functioning of patients with an amputated lower extremity. *Clin Orthop Relat Res.* 1999;(361):91-7.
154. Sathishkumar S, Manigandan C, Asha T, Charles J, Poonoose PP. A cost-effective, adjustable, femoral socket, temporary prosthesis for immediate rehabilitation of above-knee amputation. *Int J Rehabil Res.* 2004;27(1):71-4.
155. Ward RS, Hayes-Lundy C, Schnebly WA, Reddy R, Saffle JR. Rehabilitation of burn patients with concomitant limb amputation: case reports. *Burns.* 1990 Oct;16(5):390-2.
156. Pinzur MS. Amputations and prosthetics. *Chir Narzadow Ruchu Ortop Pol.* 1999;64(5):571-81.
157. Eknoyan G. A history of edema and its management. *Kidney Int Suppl.* 1997;59:S118-26.
158. Ohishi K, Hishida A. A history of edema: advances in the pathogenesis and management. *Nihon Rinsho.* 2005;63(1):5-10.
159. Clark AL, Cleland JG. Causes and treatment of oedema in patients with heart failure. *Nat Rev Cardiol.* 2013 Jan 15. doi: 10.1038/nrcardio.2012.191. [Epub ahead of print].
160. Lin YH, Chen CY, Cho MH. Effectiveness of leg movement in reducing leg swelling and discomfort in lower extremities. *Appl Ergon.* 2012;43(6):1033-7.
161. Persson BM, Liedberg E. A clinical standard of stump measurement and classification in lower limb amputees. *Prosthet Orthot Int.* 1983;7(1):17-24.
162. Pohjolainen T. A clinical evaluation of stumps in lower limb amputees. *Prosthet Orthot Int.* 1991;15(3):178-84.
163. Bednarczykh H, Cooperd G (1992). Development and clinical evaluation

- of acomputerized limb volume measurement system (CLEMS). *Arch Phys Med Rehabil* 73,60-63.
164. Smith KE, Commean PK, Bhatia G, Vannier MW. Validation of spiral CT and optical surface scanning for lower limb stump volumetry. *Prosthet Orthot Int.* 1995 Aug;19(2):97-107.
165. Walter MR, Lewin MR, Selim MA, Walters RW. Sharply demarcated, erythematous plaques on an amputation stump--quiz case. *Arch Dermatol.* 2009;145(12):1447-52.
166. Almassi F, Mousavi B, Masumi M, Souroush MR, Honari G. Skin disorders associated with bilateral lower extremity amputation. *Pak J Biol Sci.* 2009;12(20):1381-4.
167. Koc E, Tunca M, Akar A, Erbil AH, Demiralp B, Arca E. Skin problems in amputees: a descriptive study. *Int J Dermatol.* 2008;47(5):463-6.
168. Meulenbelt HE, Geertzen JH, Dijkstra PU, Jonkman MF. Skin problems in lower limb amputees: an overview by case reports. *J Eur Acad Dermatol Venereol.* 2007;21(2):147-55.
169. Wlotzke U, Hohenleutner U, Landthaler M. Dermatoses in leg amputees. *Hautarzt.* 1996;47(7):493-501.
170. Lyon CC, Kulkarni J, Zimerson E, Van Ross E, Beck MH. Skin disorders in amputees. *J Am Acad Dermatol.* 2000;42(3):501-7.
171. Traballese M, Delussu AS, Fusco A, Iosa M, Averna T, Pellegrini R, Brunelli S. Residual limb wounds or ulcers heal in transtibial amputees using an active suction socket system. A randomized controlled study. *Eur J Phys Rehabil Med.* 2012;48(4):613-23.
172. Bloemsma GC, Lapid O. Marjolin's ulcer in an amputation stump. *J Burn Care Res.* 2008;29(6):1001-3.
173. Sbano P, Miracco C, Risulo M, Fimiani M. Acroangiokeratitis (pseudo-Kaposi sarcoma) associated with verrucous hyperplasia induced by suction-socket lower limb prosthesis. *J Cutan Pathol.* 2005;32(6):429-32.
174. Kalbaugh CA, Taylor SM, Kalbaugh BA, et al. Does obesity predict functional outcome in the dysvascular amputee? *Am Surg.*

- 2006;72(8):707-12;
- 175.Haboubi NH, Heelis M, Woodruff R, Al-Khawaja I. The effect of body weight and age on frequency of repairs in lower-limb prostheses. *J Rehabil Res Dev.* 2001;38(4):375-7.
- 176.Kurdibaylo SF. Obesity and metabolic disorders in adults with lower limb amputation. *J Rehabil Res Dev.* 1996;33(4):387-94.
- 177.Dunkel N, Belaieff W, Assal M, Corni V, Karaca Ş, Lacraz A, Uçkay I. Wound dehiscence and stump infection after lower limb amputation: risk factors and association with antibiotic use. *J Orthop Sci.* 2012;17(5):588-94.
- 178.Jain A, Glass GE, Ahmadi H, Mackey S, Simmons J, Hettiaratchy S, Pearse M, Nanchahal J. Delayed amputation following trauma increases residual lower limb infection. *J Plast Reconstr Aesthet Surg.* 2012 Dec 11. doi:pii: S1748-6815(12)00657-2. 10.1016/j.bjps.2012.11.026. [Epub ahead of print].
- 179.Penn-Barwell JG, Fries CA, Sargeant ID, Bennett PM, Porter K. Aggressive soft tissue infections and amputation in military trauma patients. *J R Nav Med Serv.* 2012;98(2):14-8.
- 180.Mueller MJ, Delitto A. Selective criteria for successful long-term prosthetic use. *Phys Ther.* 1985;65(7):1037-40.
- 181.Kurichi JE, Kwong PL, Reker DM, Bates BE, Marshall CR, Stineman MG. Clinical factors associated with prescription of a prosthetic limb in elderly veterans. *J Am Geriatr Soc.* 2007;55(6):900-6.
- 182.Roberts TL, Pasquina PF, Nelson VS, Flood KM, Bryant PR, Huang ME. Limb deficiency and prosthetic management for Comorbidities associated with limb loss. *Arch Phys Med Rehabil.* 2006;87(3 Suppl 1):S21-7.
- 183.Husić I, Granić-Husić M. Specijalna rehabilitacija i protetika. *Acta Med Croatica,* 64 (Supl. 1)(2010) 77-81.
- 184.Husic I i sur. Priručnik za seminar: bazični tečaj protetike donjeg uda, Samobor, 2001.
- 185.Kovač I. Rehabilitacija osoba s amputacijom udova. *Fizioterapija* 2004; 2:

- broj 1.
- 186.Husić I., Suvremena protetika poticaj za drukčiju amputacijsku doktrinu, Suvremene smjernice amputacijske kirurgije, Sveta Nedelja, 2010.
- 187.Alsancak S, Köse SK, Altınkaynak H. Effect of elastic bandaging and prosthesis on the decrease in stump volume. *Acta Orthop Traumatol Turc.* 2011;45(1):14-22.
- 188.van Velzen AD, Nederhand MJ, Emmelot CH, Ijzerman MJ. Early treatment of trans-tibial amputees: retrospective analysis of early fitting and elastic bandaging. *Prosthet Orthot Int.* 2005;29(1):3-12.
- 189.Janchai S, Boonhong J, Tiamprasit J. Comparison of removable rigid dressing and elastic bandage in reducing the residual limb volume of below knee amputees. *J Med Assoc Thai.* 2008;91(9):1441-6.
- 190.Stanković A, Ristić D, Vračević B, Stanković B, Cvetković V. Uzroci reamputacija kod ratnih amputacija donjeg ekstremiteta - iskustvo u KBC Zemun. *Materia medica* 2011, vol. 27, br. 4, str. 352-355.
- 191.Pohjolainen T. A clinical evaluation of stumps in lower limb amputees. *Prosthet Orthot Int.* 1991;15(3):178-84.
- 192.Persson BM, Liedberg E. A clinical standard of stump measurement and classification in lower limb amputees. *Prosthet Orthot Int.* 1983;7(1):17-24.
- 193.Sansam K, O'Connor RJ, Neumann V, Bhakta B. Can simple clinical tests predict walking ability after prosthetic rehabilitation? [J Rehabil Med.](#) 2012 ;44(11):968-74.
- 194.Gailey RS, Roach KE, Applegate EB, Cho B, Cunniffe B, Licht S, Maguire M, Nash MS. The amputee mobility predictor: an instrument to assess determinants of the lower-limb amputee's ability to ambulate. *Arch Phys Med Rehabil.* 2002;83(5):613-27.
- 195.Baima J, Trovato M, Hopkins M, Delateur B. Achieving functional ambulation in a patient with Chopart amputation. *Am J Phys Med Rehabil.* 2008;87(6):510-3.
- 196.Wasiak K. Analysis of prognostic factors for locomotion in patients after

- amputation of the tibia performed due to atherosclerotic critical limb ischemia. *Ortop Traumatol Rehabil.* 2005;7(4):411-7.
197. Nikolajsen L. Postamputation pain: studies on mechanisms. *Dan Med J.* 2012;59(10):B4527.
198. Niederberger E, Kühlein H, Geisslinger G. Update on the pathobiology of neuropathic pain. *Expert Rev Proteomics.* 2008;5(6):799-818.
199. Thompson HM. Pain after amputation: is prevention better than cure? *Br J Anaesth.* 1998;80(4):415-6.
200. Risum N, Grønbaek A, Hvolris JJ. Residual limb pain from bone overgrowth after amputation. *Ugeskr Laeger.* 2008;170(40):3129-31.
201. Hanley MA, Jensen MP, Smith DG, Ehde DM, Edwards WT, Robinson LR. Preamputation pain and acute pain predict chronic pain after lower extremity amputation. *J Pain.* 2007;8(2):102-9.
202. Ypsilantis E, Tang TY. Pre-emptive analgesia for chronic limb pain after amputation for peripheral vascular disease: a systematic review. *Ann Vasc Surg.* 2010;24(8):1139-46.
203. Ramanavaru V, Simopoulos TT. Pulsed radiofrequency of lumbar dorsal root ganglia for chronic post-amputation stump pain. *Pain Physician.* 2008;11(4):561-6.
204. Mueller MJ, Strube MJ, Allen BT. Therapeutic footwear can reduce plantar pressures in patients with diabetes and transmetatarsal amputation. *Diabetes Care.* 1997;20(4):637-41.
205. Mueller MJ, Sinacore DR. Rehabilitation factors following transmetatarsal amputation. *Phys Ther.* 1994;74(11):1027-33. Review.
206. Tasic M. Fenomen fantomskog uda. 2003, vol. 27, br. 2, str. 227-244.
207. Rasulić L., Ivanović S., Baščarević V., Simić V. Fantomski bol i postraumatska bolna stanja. *Acta chirurgica iugoslavica* 2004, 51,(4), Pages: 71-80.
208. Ehde DM, Czerniecki JM, Smith DG, Campbell KM, Edwards WT, Jensen MP, Robinson LR. Chronic phantom sensations, phantom pain, residual limb pain, and other regional pain after lower limb amputation. *Arch Phys*

- Med Rehabil. 2000;81(8):1039-44.
- 209.Kehlet H, Jensen TS, Woolf CJ. Persistent postsurgical pain: risk factors and prevention. *Lancet*. 2006;367(9522):1618-25. Review.
- 210.Koltzenburg M. Painful neuropathies. *Curr Opin Neurol*, 11 (1998), pp. 515–521.
- 211.Buchheit T, Pyati S. Prevention of chronic pain after surgical nerve injury: amputation and thoracotomy. *Surg Clin North Am*. 2012;92(2):393-407.
- 212.Jevtic MR, Milovanovic D. Fizioloske i fizioterapijske osnove bola. Pregled literature. *Medicinski casopis* 2006. 1-2, 54-58.
- 213.Rajnprecht I. Čimbenici povezani s fantomskom boli: prospektivna, troipolgodišnja studija. *Fizikalna i rehabilitacijska medicina*, 2012. 23(3-4), 101-103.
- 214.Houghton AD, Nicholls G, Houghton AL, Saadah E, McColl L. Phantom pain: natural history and association with rehabilitation. *Ann R Coll Surg Engl*. 1994;76(1):22-5.
- 215.Wörz R, Wörz E. Pain syndromes following amputation. Analysis of 100 affected patients with chronic stump and phantom pain. *Fortschr Med*. 1990;108(4):53-6.
- 216.Wolff A, Vanduyndhoven E, van Kleef M, Huygen F, Pope JE, Mekhail N. 21. Phantom pain. *Pain Pract*. 2011;11(4):403-13.
- 217.Rouillet S, Nouette-Gaulain K, Brochet B, Sztark F. Phantom limb pain: from physiopathology to prevention. *Ann Fr Anesth Reanim*. 2009;28(5):460-72.
- 218.Nikolajsen L, Staehelin Jensen T. Phantom limb pain. *Curr Rev Pain*. 2000;4(2):166-70. Review.
- 219.Nikolajsen L, Lindvig M. Phantom pain after amputation of extremities. *Ugeskr Laeger*. 2001;163(24):3338-41. Review.
- 220.Khattab J, Terebelo HR, Dabas B. Phantom limb pain as a manifestation of paclitaxel neurotoxicity. *Mayo Clin Proc*. 2000;75(7):740-2.
- 221.Zhuo M. Cortical depression and potentiation: basic mechanisms for phantom pain. *Exp Neurobiol*. 2012;21(4):129-35.

- 222.Subedi B, Grossberg GT. Phantom limb pain: mechanisms and treatment approaches. *Pain Res Treat.* 2011;2011:864605.
- 223.Melzack R,Coderre TJ, Katz J, Vaccarino AL. Central neuroplasticity and pathological pain. *Ann N Y Acad Sci.* 2001;933:157-74. Review.
- 224.Melzack R. From the gate to the neuromatrix. *Pain.* 1999;Suppl 6:S121-6. Review.
- 225.Melzack R. Pain and the neuromatrix in the brain. *J Dent Educ.* 2001;65(12):1378-82.
- 226.Melzack R. Pain--an overview. *Acta Anaesthesiol Scand.* 1999;43(9):880-4. Review.
- 227.Chahine L, Kanazi G. Phantom limb syndrome: a review. *Middle East J Anesthesiol.* 2007;19(2):345-55.
- 228.Hazelgrove JF, Rogers PD. Phantom limb pain--a complication of lower extremity wound management. *Int J Low Extrem Wounds.* 2002;1(2):112-24.
- 229.Foell J, Bekrater-Bodmann R, Flor H, Cole J. Phantom limb pain after lower limb trauma: origins and treatments. *Int J Low Extrem Wounds.* 2011;10(4):224-35.
- 230.Casale R, Alaa L, Mallick M, Ring H. Phantom limb related phenomena and their rehabilitation after lower limb amputation. *Eur J Phys Rehabil Med.* 2009;45(4):559-66.
- 231.Richardson C, Glenn S, Nurmikko T, Horgan M. Incidence of phantom phenomena including phantom limb pain 6 months after major lower limb amputation in patients with peripheral vascular disease. *Clin J Pain.* 2006 May;22(4):353-8..
- 232.Giummarra MJ, Moseley GL. Phantom limb pain and bodily awareness: current concepts and future directions. *Curr Opin Anaesthesiol.* 2011;24(5):524-31.
- 233.Milanov B, Lakičević G, Livaja A, Bošnjak M. Farmakoterapija bola. *Medicina Fluminensis,* 2012. 48(3), Str. 290 – 294.
- 234.Desmond D, Gallagher P, Henderson-Slater D, Chatfield R. Pain and

- psychosocial adjustment to lower limb amputation amongst prosthesis users. *Prosthet Orthot Int.* 2008;32(2):244-52.
- 235.Schwarzer A, Zenz M, Maier C. Therapy of phantom limb pain. *Anesthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther.* 2009;44(3):174-80.
- 236.Ulger O, Topuz S, Bayramlar K, Sener G, Erbahçeci F. Effectiveness of phantom exercises for phantom limb pain: a pilot study. *J Rehabil Med.* 2009;41(7):582-4.
- 237.Fieldsen D, Wood S. Dealing with phantom limb pain after amputation. *Nurs Times.* 2011;107(1):21-3.
- 238.Alviar MJ, Hale T, Dungca M. Pharmacologic interventions for treating phantom limb pain. *Cochrane Database Syst Rev.* 2011 Dec 7;(12):CD006380. doi: 10.1002/14651858.CD006380.pub2. Review.
- 239.Weeks SR, Anderson-Barnes VC, Tsao JW. Phantom limb pain: theories and therapies. *Neurologist.* 2010;16(5):277-86.
- 240.Kapoor S. Phantom pain: emerging new therapeutic options. *Disabil Rehabil.* 2010;32(5):429.
- 241.Kern U, Busch V, Müller R, Kohl M, Birklein F. Phantom limb pain in daily practice--still a lot of work to do! *Pain Med.* 2012;13(12):1611-26.
- 242.Ziegler R. Treatment of phantom pains. *Med Monatsschr Pharm.* 2006;29(11):424-5.
- 243.Pirotte B. Neurosurgical treatments for pain. *Rev Med Brux.* 2012 Sep;33(4):359-66. Review.
- 244.Eugen S. Neurosurgical treatment of pain. *Medicinski pregled* 2006, 59(9-10),450-455.
- 245.Raslan AM, McCartney S, Burchiel KJ. Management of chronic severe pain: spinal neuromodulatory and neuroablative approaches. *Acta Neurochir Suppl.* 2007;97(Pt 1):33-41. Review.
- 246.Nguyen JP, Nizard J, Keravel Y, Lefaucheur JP. Invasive brain stimulation for the treatment of neuropathic pain. *Nat Rev Neurol.* 2011;7(12):699-709.
- 247.Hu YS, Li YJ, Zhang XH, Zhang YQ, Ma K, Yu T. A study on

- neurosurgical treatment for phantom limb pain. *Zhonghua Wai Ke Za Zhi*. 2007 Dec;45(24):1668-71.
- 248.de Roos C, Veenstra AC, de Jongh A, den Hollander-Gijsman M, van der Wee NJ, Zitman FG, van Rood YR. Treatment of chronic phantom limb pain using a trauma-focused psychological approach. *Pain Res Manag*. 2010;15(2):65-71.
- 249.Oakley DA, Whitman LG, Halligan PW. Hypnotic imagery as a treatment for phantom limb pain: two case reports and a review. *Clin Rehabil*. 2002;16(4):368-77. Review.
- 250.Frischenschlager O, Pucher I. Psychological management of pain. *Disabil Rehabil*. 2002;24(8):416-22. Review.
- 251.Chapman S. Pain management in patients following limb amputation. *Nurs Stand*. 2011;25(19):35-40.
- 252.Edwards ML. Hyperbaric oxygen therapy. Part 1: history and principles. *J Vet Emerg Crit Care (San Antonio)*. 2010;20(3):284-8.
- 253.Shah SA. Healing with oxygen: a history of hyperbaric medicine. *Pharos Alpha Omega Alpha Honor Med Soc*. 2000;63(2):13-9
- 254.Bellucci G. Brief history of hyperbaric therapy. *Minerva Anesthesiol*. 1991;57(5):183-5.
- 255.Rabrenović M, Rabrenović V, Zoranović U. Development of hyperbaric medicine. *Vojnosanit Pregl*. 2006;63(7):667-71.
- 256.Roding B, Groeneveld PH, Boerema I. Ten years of experience in the treatment of gas gangrene with hyperbaric oxygen. *Surg Gynecol Obstet*. 1972;134(4):579-85.
- 257.Gill AL, Bell CN. Hyperbaric oxygen: its uses, mechanisms of action and outcomes. *QJM* 2004; 97(7): 385-95.
- 258.Yager JY, Brucklacher RM, Vannucci RC. Cerebral energy metabolism during hypoxia-ischemia and early recovery in immature rats. *Am J Physiol* 1992; 262: H672-7.
- 259.Schaub E, Pellegrini M, Pugin D. Carbon monoxide poisoning: an update for 2009, *Rev Med Suisse*. 2009; 5(213): 1606-9.

260. Korhonen K, Klossner J, Hirn M, Niinikoski J. Management of clostridial gas gangrene and the role of hyperbaric oxygen. *Ann Chir Gynaecol* 1999; 88(2): 139-42.
261. Bakker DJ. Hyperbaric oxygen therapy and the diabetic foot. *Diabetes Metab Res Rev* 2000; 16: S55–8.
262. Sandner A, Henze D, Neumann K, Kösling S. Value of hyperbaric oxygen in the treatment of advanced skull base osteomyelitis. *Laryngorhinootologie* 2009; 88(10): 641-6.
263. Ahmed R, Severson MA, Traynelis VC. Role of hyperbaric oxygen therapy in the treatment of bacterial spinal osteomyelitis. *J Neurosurg Spine* 2009; 10(1): 16-20.
264. Korhonen K. Hyperbaric oxygen therapy in acute necrotizing infections. With a special reference to the effects on tissue gas tensions. *Ann Chir Gynaecol* 2000; 89:7–36.
265. Kessler L, Bilbault P, Ortega F, et al. Hyperbaric oxygenation accelerates the healing rate of nonischemic chronic diabetic foot ulcers: a prospective randomized study. *Diabetes Care* 2003; 26: 2378–82.
266. Thackham JA, McElwain DL, Long RJ. The use of hyperbaric oxygen therapy to treat chronic wounds: A review. *Wound Repair Regen* 2008; 16(3): 321-30.
267. Tiaka EK, Papanas N, Manolakis AC, Maltezos E. The Role of Hyperbaric Oxygen in the Treatment of Diabetic Foot Ulcers. *Angiology* 2011 doi: 0003319711416804 [Epub ahead of print].
268. Löndahl M. Hyperbaric oxygen therapy as treatment of diabetic foot ulcers. *Diabetes Metab Res Rev* 2012; 1: 78-84. doi: 10.1002/dmrr.2256.
269. Kalani M, Jorneskog G, Naderi N, Lind F, Brismar K. Hyperbaric oxygen (HBO) therapy in the treatment of diabetic foot ulcers. Longterm follow-up. *J Diabetes Complications* 2002; 16: 153–8.
270. Fife CE, Buyukcakilir C, Otto G, Sheffield P, Love T, Warriner R 3rd. Factors influencing the outcome of lower-extremity diabetic ulcers treated with hyperbaric oxygen therapy. *Wound Repair Regen* 2007; 15(3): 322-

- 31.
271. Bremholm L. Boyle-Mariotte law and pressurized cabins. *Ugeskr Laeger*. 2012;174(47):2961.
272. Zejnilagić-Hajrić Meliha, Nuić Ines. Amedeo Avogadro i pojam molekule – mol. *Hemijski pregled* 2011, vol. 52, br. 5, str. 137-140.
273. García-Covarrubias L, Cuauhtémoc Sánchez-Rodríguez E. Hyperbaric oxygenation therapy, basic concepts. *Gac Med Mex*. 2000;136(1):45-56. Review.
274. Zauner A, Daugherty WP, Bullock MR, Warner DS. Brain oxygenation and energy metabolism: part I-biological function and pathophysiology. *Neurosurgery*. 2002;51(2):289-301; discussion 302. Review.
275. Guyton A. 1988. *Medicinska fiziologija*, Beograd-Zagreb.
276. Jain KK. Hyperbaric-oxygen therapy. *N Engl J Med*. 1996;335(22):1684; author reply 1685-6.
277. Dobrić B, Kolak R. The role of oxygen transport parameters in treatment of critically ill patients. *Medicina danas* 2005, vol. 4, br. 3-4, str. 374-379.
278. Mathieu D, Nevier R, Pellerin P, Patenotre P, Wattel F. Pedicle musculocutaneous flap transplantation: prediction of final outcome by transcutaneous oxygen measurements in hyperbaric oxygen. *Plast Reconstr Surg*. 1993 Feb;91(2):329-34.
279. Amin HM, Kaniewski WS, Cohen D, Camporesi EM, Hakim TS. Effects of acute exposure to hyperbaric oxygen on the rheology and morphology of the red blood cells in the rat. *Microvasc Res*. 1995;50(3):417-28.
280. Popel AS. Theory of oxygen transport to tissue. *Crit Rev Biomed Eng*. 1989;17(3):257-321. Review.
281. Ivanov KP. Current views on oxygen transport from blood to tissues. *Usp Fiziol Nauk*. 2001;32(4):3-22. Review.
282. Zgonis T, Garbalosa JC, Burns P, Vidt L, Lowery C. A retrospective study of patients with diabetes mellitus after partial foot amputation and hyperbaric oxygen treatment. *J Foot Ankle Surg* 2005; 44(4): 276-80.
283. Butler CM, Ham RO, Lafferty K, Cotton LT, Roberts VC. The effect of

- adjuvant oxygen therapy on transcutaneous pO₂ and healing in the below-knee amputee. *Prosthet Orthot Int.* 1987 Apr;11(1):10-6.
284. Dupont WD, Plummer WD. Power and Sample Size Calculations: A Review and Computer Program. *Controlled Clinical Trials* 1990; 11: 116-28.
285. Lebel D, Gortzak Y, Nyska M, Katz T, Atar D, Etzion Y. Hyperbaric oxygen therapy for chronic diabetic wounds of the lower limbs—a review of the literature. *Harefuah* 2007; 146: 223–7, 244–5.
286. Bishop aJ, Mudge E. A retrospective study of diabetic foot ulcers treated with hyperbaric oxygen therapy. *Wound J* 2012; doi: 10.1111/j.1742-481X.2011.00936.
287. Escobar SJ, Slade JB Jr, Hunt TK, Cianci P. Adjuvant hyperbaric oxygen therapy (HBO₂) for treatment of necrotizing fasciitis reduces mortality and amputation rate. *Undersea Hyperb Med* 2005; 32: 437–43.
288. Sohal J, Arneja a, Sharma S. Oxygen supplementation facilitating successful prosthetic fitting and rehabilitation of a patient with severe chronic obstructive pulmonary disease following trans-tibial amputation: a case report. *J Med Case reports* 2010; 4: 410.
289. Ciaravino ME, Friedell ML, Kammerlocher TC. Is hyperbaric oxygen a useful adjunct in the management of problem lower extremity wounds? *Ann Vasc Surg* 1996; 10: 558–62.
290. Zimmel nJ, Amis lr, Sheppard Fr, Drake DB. A temporal analysis of the effects of pressurized oxygen (HBO) on the pH of amputated muscle tissue. *Ann Plast Surg* 1998; 40: 624–9.
291. Rainolds D, Long R. Blinding the blinded – assessing the effectiveness of a sham treatment in a multiplace hyperbaric chamber trial. *Diving Hyperb Med* 2008; 38: 3-7.

VIII

ПРИЛОГ И

БИОГРАФИЈА

АУТОРА

СА

БИБЛИОГРАФИЈОМ

КЉУЧНА ДОКУМЕНТАЦИЈСКА ИНФОРМАТИКА**УНИВЕРЗИТЕТ У КРАГУЈЕВЦУ
МЕДИЦИНСКИ ФАКУЛТЕТ У КРАГУЈЕВЦУ**

Редни број: РБ	
Идентификациони број: ИБР	
Тип документације: ТД	Монографска публикација
Тип записа: ТЗ	Текстуални штампани материјал
Врста рада: ВР	Докторска дисертација
Аутор: АУ	Игор Симанић
Ментор/коментор: МН	Проф. др Владимир Јаковљевић
Наслов рада: НР	Ефекти хипербаричне оксигенације на протетичку рехабилитацију болесника са једностраном ампутацијом доњег екстремитета
Језик публикације: ЈП	Српски (ћирилица)
Језик извода: ЈИ	Српски/Енглески
Земља публикавања: ЗП	Република Србија
Уже географско подручје: УГП	Шумадијски округ
Година: ГО	2013
Издавач: ИЗ	Ауторски репринт
Место и адреса: МС	34000 Крагујевац, Улица Светозара Марковића број 69

Физичи опис рада: ФО	139/7/5/10/291
Научна област: НО	Медицина
Научна дисциплина: ДИ	Физикална медицина и рехабилитација
Предметна одредница/ кључне речи ПО	Ампутација, хипербарична оксигенизација, протетичка рехабилитација
Извод: ИД	<p>Циљ. Хипербарична оксигенација (ХБО) се широко користи код особа са обољењима која узрокују ампутације екстремитета, али су циљане студије код болесника после саме ампутације раритетне. Циљ наше студије је био да се испитају ефекти ХБО на протетичку рехабилитацију код болесника са једностраном ампултацијом доњег екстремитета.</p> <p>Методe. У студију је било укључено 60 пацијената са једностраном (лева/десна страна) ампултацијом доњег екстремитета, просечне старости $61,6 \pm 11,5$ година, оба пола. Они су подељени у две групе, експерименталну којој је примењена ХБО и контролну групу. Испитаници су подвргнути процењивању функционалне оспособљености ампутаног патрљка употребом ЛЦИ теста (Индекс локомоторних способности) и помоћу класификације Наранга и Похјолаинена.</p> <p>Резултати. Клиничке карактеристике болесника у групама релативно су хомогено дистрибуиране. Након периода протетичке рехабилитације обе групе испитаника су на контролном мерењу имале статистички значајно више вредности ЛЦИ теста ($p < 0,01$) и ниже вредности Наранг скорa ($p < 0,01$). Међутим, настала побољшања су</p>

	<p>била израженија у групи испитаника који су били подвргнути ХБО терапији, тако да су ови испитаници на контролном мерењу били оцењени са статистички значајно нижим Наранг скором ($p < 0,05$) односно имали су виши ЛЦИ скор од контролне групе испитаника.</p> <p>Закључак. ХБО је корисна терапијска мера у рехабилитацији особа са ампутацијом екстремитета које употребљавају протетичка средства.</p>
УДК	
Чува се: ЧУ	У библиотеци Факултета медицинских наука, Универзитет у Крагујевцу, Република Србија
Важна напомена: МН	
Датум прихватања теме од стране ННВ: ДП	27.02.2013.године
Датум одбране: ДО	
Чланови комисије:КО	<p>Проф. др Гвозден Росић, редовни професор Факултета медицинских наука Универзитета у Крагујевцу за ужу научну област Физиологија, председник,</p> <p>Доц. др Катарина Парезановић-Илић, доцент Факултета медицинских наука Универзитета у Крагујевцу за ужу научну област Физикална медицина и рехабилитација, члан,</p> <p>Проф. др Мирослав Миланков, редовни професор Медицинског факултета Универзитета у Новом Саду за ужу научну област Хирургија, члан.</p>

KEY WORDS DOCUMENTATION

UNIVERSITY OF KRAGUJEVAC
FACULTY OF MEDICINE KRAGUJEVAC

Accession number: ANO	
Identification number: INO	
Documentation type: DT	Monographic publication
Type of record: TR	Textual material, printed
Contents code: CC	PhD thesis
Author: AU	Igor Simanic
Menthor/co-mentor MN	Prof. Vladimir Jakovljevic, MD, PhD
Title: TI	Effects of hyperbaric oxygenation on prosthetic rehabilitation of patients with unilateral lower limb amputation
Language of text: LT	Serbian (cyrilic)
Language of abstract:	Serbian/English
Country of publication: CP	Republic of Serbia
Locality of publication: LP	Sumadia municipality
Publication year: PY	2013
Publisher: PU	Author's reprint
Publication place: PP	34000, Kragujevac, Svetozara Markovica Street, 69

Physical description PD	139/7/5/10/291
Scientific field: SF	Medicine
Scientific discipline: SD	Physical medicine and rehabilitation
Subject/key words: SKW	Amputation, hyperbaric oxigenation, prosthetic rehabilaitation
UDC Holding data:	Library of Faculty of medical scinences, University of Kragujevac, Republic of Serbia
Note: N	
Abstract: AB	<p>Objective. Hyperbaric oxygen (HBO) has been widely used in people with diseases that cause limb amputation but studies that target patients who underwent amputation itself are rare. The aim of our study was to investigate the effects of HBO on prosthetic rehabilitation in patients with unilateral lower limb amputation.</p> <p>Methods. The study included 60 patients with unilateral (left or right side) lower limb amputation, mean age 61.6 ± 11.5 years, of both genders. They were divided into two groups, the experimental group (with HBO) and the control group (usual care). Patients' functional skills after amputation were evaluated using the LCI test (Locomotor Capabilities Index) and with the classification of Narang and Pohjolainen.</p> <p>Results. Clinical characteristics of patients had relatively homogeneous distribution. After the therapy, a control measurement of both groups showed significantly higher values for LCI test ($p < 0.01$) and lower values for Narang score ($p < 0.01$). However, improvements were more prominent in the group of patients who underwent HBO therapy, therefore, these subjects in the control measurements were evaluated with a statistically significant lower Narang score ($p < 0.05$) and had</p>

	<p>higher LCI score than the control group patients.</p> <p>Conclusion. HBO is a useful therapeutic measure in the rehabilitation of people with limb amputation who use prosthetic limbs.</p>
Accepted by the Scientific Board on: ASB	27 th of February, 2013
Defended on: DE	
Thesis defended board (Degree/name/surname/title/faculty) DB	<p>Prof. Gvozden Rosic, PhD, full professor, Faculty of medical sciences in Kragujevac, president,</p> <p>Doc. Katarina Parensanovic-Ilic, PhD, docent, Faculty of medical sciences in Kragujevac, member,</p> <p>Prof. Miroslav Milankov, PhD, full professor, Faculty of medical sciences, University of Novi Sad, member.</p>

БИОГРАФИЈА АУТОРА

1. ЛИЧНИ ПОДАЦИ

Име и презиме: Игор Симанић
Датум и место рођења: 06.05.1971.године, Никшић, Република Црна Гора
Адреса: Београд-Земун, Улица Кларе Цеткин 1х
Телефон: 069 319 56 58
E-mail: dr.igorsimanic@yahoo.com

2. ОБРАЗОВАЊЕ

Никшићка Гимназија, 1990 године
Медицински факултет, Универзитет у Београду, дипломирао 2000.године
Стручни испит, 2001.године
Специјалистички испит из физикалне медицине и рехабилитације,
Медицински факултет, Универзитет у Београду, 2006.године
Континуирана едукација, акупунктура, I,II,III ниво, Медицински
факултет, Универзитет у Београду, 2006.године

3. ПОЗНАВАЊЕ СТРАНИХ ЈЕЗИКА

Енглески

4. РАДНО ИСКУСТВО

Општи стаж у ДЗ "Вождовац", КБЦ Земун 2000-2001
Лекар на пословима опште медицине и квантне медицине у АТЦ
"Монтеко" 2000-2002
Одељенски лекар у "Специјалној болници за рехабилитацију и
пртопедску протетику", Београд 2002-2012
Начелник одељења у "Специјалној болници за рехабилитацију и
ортопедску протетику", Београд 2012-сад
Предавач на Високој спортској и здравственој школи, Универзитет у
Београду, 2009-сад

5. РАЗНО

Учесник великог броја домаћих и међународних конгреса
Аутор и коаутор стручних чланака у домаћим и међународним часописима
и уџбеницима
Представник Републике Србије при Уједињеним нацијама, на помоћи
жртвама антиперсоналних мина

БИБЛИОГРАФИЈА

1. **Симанић И**, Теофиловски М, Бркић П, Паспаљ Д, Радотић М, Ђорђевић Д, Живковић В. Ефекти хипербаричне оксигенације на протетичку рехабилитацију болесника са једностраном ампутацијом доњег екстремитета. Медицински часопис 2012; 46(2): 65-70 **M52=1.5 бод**
2. Paspalj D, Nikic P, Stojanovic B, Lanilovic D, **Simanic I**, Jakovljevic V, Zivkovic V, Jovic S. Meaningful life is possible with locked – in sundrome: The personal account of a survivor. Ser J Exp Clin Res 2012; 13(3): 109-13 **M52=1.5 бод**
3. **Simanic I**, Teofilovski M, Paspalj D, Radotic M, Djordjevic D, Zivkovic V, Jakovljevic V. Hyperbaric oxygenation accelerates prosthetic rehabilitation of lower limb Undersea Hyperb Med 2013; 40(3): 131-9. **M23 – 3 бода**

ИЗЈАВА О АУТОРСТВУ

Потписник:

Др Игор Симанић

Број одлуке и датум прихватања:

84/8, 27.02.2013.године

ИЗЈАВЉУЈЕМ да је докторска дисертација под називом ” Ефекти хипербаричне оксигенације на протетичку рехабилитацију болесника са једностраном ампутацијом доњег екстремитета”:

- резултат сопственог истраживачког рада,
- да предложена дисертација ни у целини, ни у деловима није била предложена за добијање било које дипломе према студијским програмима других високошколских установа,
- да су резултати коректно наведени и
- да нисам кршио ауторска права нити користио интелектуалну својину других лица.

У Крагујевцу,

31.05.2013.године

Потпис аутора:
Др Игор Симанић

ИЗЈАВА О ИСТОВЕТНОСТИ ШТАМПАНЕ И ЕЛЕКТРОНСКЕ ВЕРЗИЈЕ
ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Потписник:
Др Игор Симанић

Број одлуке и датум прихватања:
84/8, 27.02.2013.године

Студијски програм:
Докторске академске студије

Наслов рада:
Ефекти хипербаричне оксигенације на протетичку рехабилитацију болесника са једностраном ампутацијом доњег екстремитета

Ментор:
Проф. др Владимир Јаковљевић

ИЗЈАВЉУЈЕМ да је штампана верзија докторске дисертације истоветна електронској верзији коју сам предао за објављивање на порталу ДИГИТАЛНОГ РЕПОЗИТОРИЈУМА УНИВЕРЗИТЕТА У КРАГУЈЕВЦУ.

ДОЗВОЉАВАМ да се објаве моји лични подаци везани за добијање академског звања доктора наука, као што су: име и презиме, година и место рођења, датум одбране рада.

Ови лични подаци могу се објавити на мрежним станицама дигиталне библиотеке, у електронском каталогу и у публикацијама Универзитета у Крагујевцу.

У Крагујевцу,
31.05.2013.године

Потпис аутора:
Др Игор Симанић

ИЗЈАВА О КОРИШЋЕЊУ

ОВЛАШЋУЈЕМ Универзитетску библиотеку да у Дигитални репозиторијум Универзитета у Крагујевцу унесе моју докторску дисертацију под насловом ” Ефекти хипербаричне оксигенације на протетичку рехабилитацију болесника са једностраном ампутацијом доњег екстремитета”, која је моје ауторско дело.

Дисертацију са свим прилозима предао сам у електронском формату погодном за трајно архивирање.

Моју докторску дисертацију похрањену у Дигитални репозиторијум Универзитета у Крагујевцу могу да користе сви који поштују одредбе садржане у одабраном типу лиценце Креативне заједнице (Creative Commons), за коју сам се одлучио:

1. Ауторско
2. Ауторство-некомерцијално
3. Ауторство-некомерцијално-без прераде
4. **Ауторство-некомерцијално-делити под истим условима**
5. Ауторство-без прераде
6. Ауторство-делити под истим условима

У Крагујевцу,
31.05.2013.године

Потпис аутора:
Др Игор Симанић