

# КВАЛИТАТИВНА БИОМЕХАНИЧКА АНАЛИЗА (ДИЈАГНОСТИЦИРАЊЕ) НА ТЕНИС СЕРВИС БЕЗ РОТАЦИЈА ВО ОДБОЈКА



УДК: 796.325.052

**Андријана Мисовски**

Факултет за физичко образование, спорт и здравје,  
Универзитет „Св. Кирил и Методиј“ - Скопје  
е-пошта: zandrijana@yahoo.com

**Јошко Миленкоски  
Александар Ацески  
Александар Туфекчиевски**

## АПСТРАКТ

Тенис сервисот без ротација е дискретна (ациклична) вештина која се изведува во сагитална рамнина и долго време е најзастапен во современата одбојка. Произлегол од најважните фази на тенис сервисот со ротација и страничниот јапонски сервис. Успешноста на сервисот зависи од брзината и прецизноста на движењето на топката.

Познавањето на биомеханичките карактеристики е од клучно значење за пронаоѓање на грешките во изведбата и навремено приоѓање кон нивната корекција.

**Клучни зборови:** техника, елемент, корекција, набљудување, проценка, биомеханички карактеристики.

## QUALITATIVE BIOMECHANICAL ANALYSIS (DIAGNOSIS) OF TENNIS SERVE WITHOUT ROTATION IN VOLLEYBALL

**Andrijana Misovski, Josko Milenkoski  
Aleksandar Aceski, Aleksandar Tufekcievski, ,**  
Faculty of physical education, sport and health  
State University – Ss. Cyril and Methodius” – Skopje

## ABSTRACT

Tennis service without rotation is discrete (acyclic) skill that is performed in the sagittal plane and has long been the most widespread in modern volleyball. It is originated from the most important stages of tennis service with rotation and lateral Japanese service. The success of the service depends on the speed and precision of movement of the ball. Knowing the biomechanical characteristics is crucial for finding errors in execution and well-timed approach to their correction.

**Key words:** technique, element, correction, observation, assessment, biomechanical characteristics.

## ВОВЕД

**С**ервисите во одбојката може да ги систематизираме според:

### **Положбата на телото**

Ако положбата на телото се земе како компонента во систематизацијата, тогаш почетните удари може да се поделат во две групи:

- почетен удар кој се изведува кога играчот е со лице завртен кон основната линија на игралиштето;
- почетен удар кој се изведува кога играчот е завртен странично кон основната линија на игралиштето.

### **Според висината на ударната рака и топката**

Почетните удари можат да се систематизираат и според начинот на нивното изведување, односно според висината на ударната рака со топката, и тоа на:

- долни сервиси и
- горни сервиси.

За почетните удари од долу, општо може да се каже дека се изведуваат кога на топката и се соопштува движење преку удар со раката од долу т.е. во висина на половината, а за горните сервиси дека се тоа сервиси кои се изведуваат со соопштување на движење со удар на раката од горе, односно над главата.

### **Според видот на ударот на раката со топката**

Како последица од ударот на дланката со топката се јавува ротација на топката. Ако се анализираат можностите на играчот во поглед на изборот на видот на ударот на дланката со топката ќе дојдеме до сознание, дека во склоп на систематизацијата таа преставува главна компонента. Според тоа, почетните удари можат да се поделат и во однос на видот на ударот на раката со топката, и тоа на:

- сервис со ексцентричен удар; и
- сервис со концентричен удар

Секој од овие удари може да се применува во секоја ситуација од играта, за време на изведувањето на почетниот удар (во зависност од тоа на кој дел од топката во однос на нејзиното тежиште се изведува ударот) независно од положбата на телото и висината на ударот на топката со дланката.

Ексцентричниот удар настанува кога тежиштето од двете тела (раката и топката) во моментот на ударот не се на исто ниво, ниту се движат по иста нападна линија. Овој вид на удар предизвикува вртење на топката околу нејзината оска.

Топката со своето движење, предизвикува разлика во брзината на струењето на честиците од флуидот од двете нејзини страни. Оваа појава која настанува во движењето на топката по нејзиниот лачен пат (ефе, спин), а на која се делувало со ексцентричен ударен импулс се нарекува "Магнусов ефект".

Концентричен судар, настанува ако тежиштето (на топката и раката) од двете тела е на исто ниво. Ваквиот удар ќе ја елиминира појавата на Магнусовиот ефект, а тоа ќе придонесе топката да не се врти околу својата оска во текот на летот.

Според хронологијата на нивното појавување и значењето кое го имале во одредени периоди во развојот на одбојката разликуваме:

- долен сервис;
- страничен сервис со ротација (естонски);
- тенис сервис со ротација;
- страничен сервис без ротација (јапонски);
- тенис сервис без ротација;
- скок сервис со ротација; и
- скок сервис без ротација.

Сите овие сервиси се изведуваат низ неколку взаемно поврзани последователни фази:

- почетна положба;
- потфрлање на топката;
- удар по топката; и
- завршна фаза.

Кај скок сервисот разликуваме покрај споменатите и фаза на залет, фаза на отскок и фаза на доскок.

Квалитативната биомеханичка анализа (дијагностицирање) во најголема мера се базира на утврдувањето на биомеханичките карактеристики на моторната манифестација. Таа овозможува нивно регистрирање независно од нивната структура. Комплетната квалитативна биомеханичка анализа на една техника односно моторен стереотип се врши кога ќе се одредат целта, почетната и завршната положба, функционално-анатомските карактеристики и механичките карактеристики на движењето (Туфекчиевски и Ацески, 2009). Во најголем број случаи таа вклучува проценка на нивото на изведбата и обезбедување на повратна информација (фидбек) до вежбачот. Целта на оваа анализа е да му се помогне на вежбачот да го достигне посакуваното ниво во изведбата (McCaw, 2014).

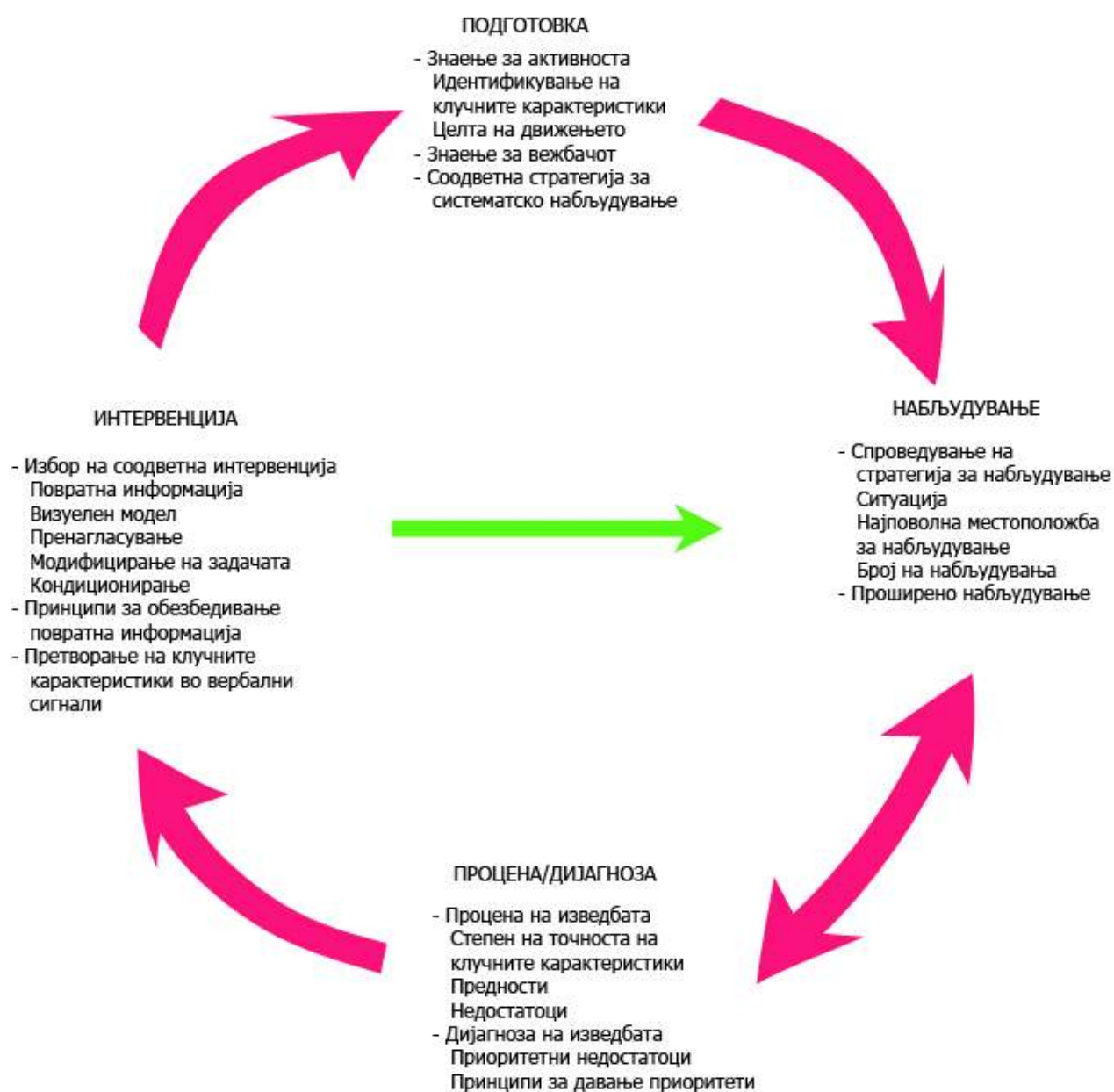
Биомеханиката преку квалитативната биомеханичка анализа (дијагностицирање), како и другите поддисциплини на кинезиологијата (моторниот развој, моторното учење, психологијата, педагогијата и др.) е инкорпорирана во интегрираниот модел на квалитативно дијагностицирање на движењата кај човекот. Ваквиот модел содржи четири задачи (слика 1), кои мора да бидат третирали како подеднакво важни, бидејќи недостатокот во некоја од задачите може да ја намали ефективностa и ефикасноста на квалитативната анализа (дијагностицирање) на движењето во целина (Knudson, 2013; Knudson & Morrison, 2002 ).

Првата задача во КДД е **подготовката** која подразбира собирање на релевантни информации од референтна литература и стручни лица, а потоа и критичко размислување за целта на движењето, неговите клучни карактеристики, потенцијалните вербални сигнали односно упатства кои ќе им се даваат на вежбачите како и најчестите грешки во движењето.

Втората задача е **набљудувањето** која вклучува систематско прибирање на соодветни информации, преку претходно осмислена стратегија за најпогодната местоположба за набљудување и бројот на набљудувања.

**Процената и дијагнозата** е трета задача во КДД каде треба да се одредат предностите и недостатоците во изведбата на вежбачот, преку степенот на точност на клучните карактеристики, а потоа преку дијагнозата да се дадат приоритетите во недостатоците.

Последната задача е **интервенцијата** која најчесто вклучува повратна информација или промени во практичните услови кои ќе доведат до подобрување на изведбата.



Слика 1. Интегриран модел на КДД, каде се наведени само поважните прашања од секоја задача.

Имајќи ја предвид целта и содржината на четирите задачи од квалитативната анализа (дијагностицирање), сметаме дека таа најадекватна улога би имала во првата задача - подготовката. Ефикасноста во објективното дефинирање на движењата преку квалитативната биомеханичка анализа (дијагностицирање), во голема мера зависи од стручните познавања на биомеханичките принципи и законитости како и познавањето на спортската техника. Во текстов се наведени само некои од поважните биомеханички (клучни) карактеристики, без притоа да се навлегува во нивна подетална интерпретација. За подобра визуелизација на функционално-анатомските карактеристики на движењето, прикажани се



слики каде што е претставена функцијата на мускулите агонисти во актуелниот зглоб кои кај овој елемент имаат најважна улога.

## ОПИС НА ТЕХНИКАТА И КВАЛИТАТИВНА БИОМЕХАНИЧКА АНАЛИЗА (ДИЈАГНОСТИЦИРАЊЕ)

**Шаблонот на движење** претставува генерална серија од анатомски движења кои имаат заеднички елементи на просторна конфигурација, како што се сегменталните движења кои се изведуваат во иста рамнина на движење. Кога генералниот шаблон на движење е адаптиран на ограничувањата од одредена активност или спорт станува збор за **вештина (елемент)**. На пример, тенис сервисот без ротација е вештина во рамки на генералниот шаблон на движење од сервирањето. Кога е изведена одредена вештина од ист вид тогаш станува збор за **техника**. Така на пример тенис сервис со ротација и тенис сервис без ротација се две техники од вештината сервирање. Во рамки на секоја техника вежбачот може да користи индивидуални модификации како што се сопствен тајминг и движења. Овие индивидуални адаптации на движењата се дефинираат како **стил** на изведбата (Kreighbaum & Barthels, 1985).

Структурата на одбојката како спорт претставува сложен динамички систем, така што вештините, техниките и стиловите во овој спорт, се разиваат поради принудите и ограничувањата од индивидуата, околината, и задачата.

Тенис сервисот без ротација е дискретна (ациклична) вештина која се изведува во сагитална рамнина и долго време е најзастапен во современата одбојка. Произлегол од најважните фази на тенис сервисот со ротација и страничниот јапонски сервис. Имено, од почетната положба до фазата на удар е како кај тенис сервисот со ротација, додека контактот со топката се остварува над главата по принципот на страничниот јапонски сервис.

Кај почетната положба ставот е дијагонален, а стапалата се во мал расчекорен став односно формираат голема потпорна површина, преку затворен кинематички синџир нога-карлица-нога. Прстите на предното стапало се поставени нормално кон основната линија, додека на задното под одреден агол од 45°. Колената се лесно свиткани (изометриска контракција на екстензорите во зглобот на коленото симетрично – ИКЕЗКН, сл. 3), а трупот лесно наведнат напред (изометриска контракција на екстензорите во рбетниот столб - ИКЕРС). Топката се држи со едната рака во висина на половината, а ударната рака е поставена на топката.

Во подготвителната фаза - фаза на потфрлање на топката се забележува и првата разлика помеѓу овие два сервиси. Потфрлањето на топката (концентрична контракција на антефлексорите во зглобот на рамото со централен потпор асиметрично – ККАФРЦПА, сл. 4) е пониско (околу 0,5 до 1 метар) над главата и што е најважно нема ротација. Ударната рака се повлекува назад (концентрична контракција на хоризонталните екстензори во зглобот на рамото со централен потпор асиметрично – ККХЕЗРЦПА, сл. 4), а лактот е некаде околу висината на рамото. Тежиштето на телото не се пренесува назад, како кај тенис сервисот со ротација, а трупот не оди во заклон.

Во основната фаза - фаза на удар по топката е присутна и најголемата разлика кај овие два сервиси. Топката се удира пред себе, не многу високо над главата во нејзиниот гравитационен центар, со мала површина, односно само со дланката (прстите се споени и

нема поклопување на топката). Шаката на ударната рака е во продолжение на подлактицата, цврсто фиксирана во зглобот (изометриска контракција на екстензорите во зглобот на шаката асиметрично – ИКЕЗША, сл. 6). Ударот е енергичен, брз и краток. По ударот (концентрична контракција на екстензорите во зглобот на лактот со централен потпор асиметрично – ККЕЗЛЦПА, сл. 7), раката нагло застанува, се блокира и не го продолжува своето движење надолу (изометриска контракција на флексорите во зглобот на лактот асиметрично – ИКФЗЛА, сл. 8). На тој начин топката при нејзиниот лет кон противничкиот дел од теренот нема ротација.

Успешноста на сервисот зависи од брзината и прецизноста на движењето на топката. Вообичаено кај сервисите над глава (со ротација и без ротација) движењето на топката е со голема брзина и таа поминува блиску над мрежата и паѓа во полето веднаш до задната линија.

Кинематичките фактори од кои што зависи траекторијата на топката односно патот на проектилот во фазата на лет се:

- аголот на исфрлање,
- почетната брзина на исфрлање и
- почетната висина на исфрлање.

Во табела 1 е прикажан дострелот на топката, при различа брзина и агол на исфрлање, кога висината на контактот со топката е на 2.13 метри. Имајќи предвид дека висината на мрежата кај машките е 2.43 см а кај женските 2.24 см, во конкретниов случај кога контактот на одбојкарот со топката е на висина од 2.13 см единствено му преостанува да ги менува двата параметри (брзината на топката и аголот на сервирање) за да постигне најоптимална траекторија на движењето на топката а притоа таа да не ја допре мрежата или да падне надвор од полето.

Така на пример доколу брзината на сервирање на топката е помала, тогаш аголот на сервирање на топката мора да се зголеми за да не ја допре мрежата. Сепак серверот треба да внимава аголот на сервирање да не биде премногу голем затоа што во тој случај противникот ќе може брзо да го процени летот на топката и ќе има доволно време за да организира прием.

Во случај кога се сервира со помал агол тогаш мора да се зголеми брзината на сервирање, бидејќи одбојкарската топка има релативна мала маса, отпорот на воздухот предизвикува да се намали нејзината резултантната брзина, така што таа не може да има поголем дострел.

Доколку е позната висината на контактот на одбојкарот со топката а познавајќи ги законите на движењето на топката како проектил, можат да се направат симулации за движењето на топката за секој одбојкар, со што би се одредил нивниот најоптимален агол на сервирање и брзината на сервирање.

Табела 1. Симулација на дострел на топката при сервирање кога контактот е на висина од 2.13 м

Брзина на сервирање (m/s)	Агол на сервирање (степени)	Висина на топката во моментот над мрежа	Дострел (m)
9.14	45	1.46	<b>a</b>
10.67	25	2.01	<b>a</b>
10.67	30	2.60	12.91
10.67	35	3.16	13.38
10.67	40	3.66	13.56
10.67	45	4.07	13.44
12.19	15	1.62	<b>a</b>
12.19	20	2.33	13.85
12.19	25	3.04	15.11
12.19	30	3.73	16.12
12.19	15	2.24	<b>a</b>
13.72	20	2.99	16.65
13.72	25	3.74	<b>18.35<sup>6</sup></b>
13.72	10	1.92	<b>a</b>
15.24	12	2.23	<b>a</b>
15.24	13.5	2.46	16.52
15.24	15	2.69	17.28
15.24	20	3.46	<b>19.73<sup>6</sup></b>

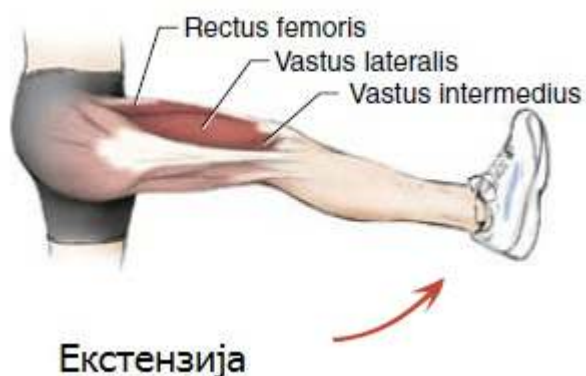
<sup>a</sup> Топката ја допира мрежата<sup>6</sup> Топката паѓа надвор од полето

Кај овој сервис посебно треба да се истакне влијанието на аеродинамичната сила на челниот отпор. Карактеристика на овој сервис е отсуството на ротација и неправилната траекторија на девијација лево и десно во текот на летот. Големiot обем на топката со релативно мала маса ја прави подложна на влијанието на аеродинамичните сили. Бидејќи топката никогаш нема совршено кружна форма, имајќи предвид дека вентилот за воздухот е лоциран на едната страна, а шевовите кај некои топки се поставени на површината во пентагонална форма, додека кај други се присутни и дупчиња. Според тоа, текстурите на површината на топката и обликот се неправилни, присуството на симетична површина на струјните линии (витли) од спротивната страна на топката е невозможно. Поради неправилност на спротивните површини додека топката се движи напред, струењето на воздухот на спротивните страни е неправилно и се формира асиметрична турбуленција на двете страни од топката. Зоната со понизок притисок формирана во турбулентните области има тенденција да предизвика промена во движењето на топката, така што се создава сила на член отпор чија насока се менува како резултат на ова и произведува “вијугаво” движење. На пример ако турбулентното движење е порано предизвикано на десната страна во однос на левата страна како резултат на неправилна површина на десната страна, притисокот на десната страна ќе биде помал во однос на тој од левата страна, и топката ќе биде принудена да се движи малку во десно. Ова движење ќе предизвика да биде присутна малку поразлична форма на воздушните струјници (витли) при струењето на воздухот. Во

зависност од неправилноста на воздушните струјници (витли) на новата спротивна страна, топката повторно ќе се движи во десно, во лево, нагоре или надолу.

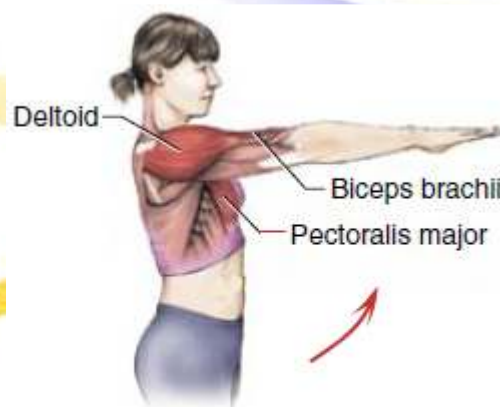


Слика 2. Тенис сервис без ротација  
(поглед од страна)



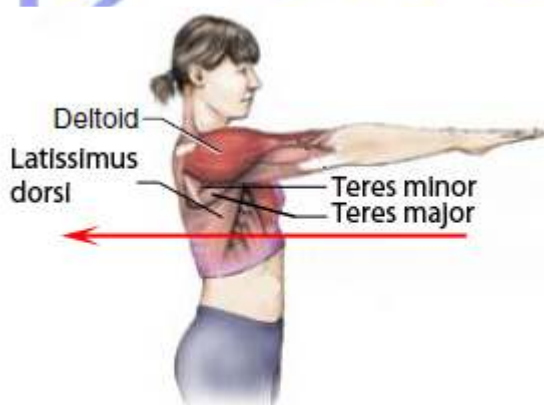
Екстензија

Слика 3. Зглоб на колено



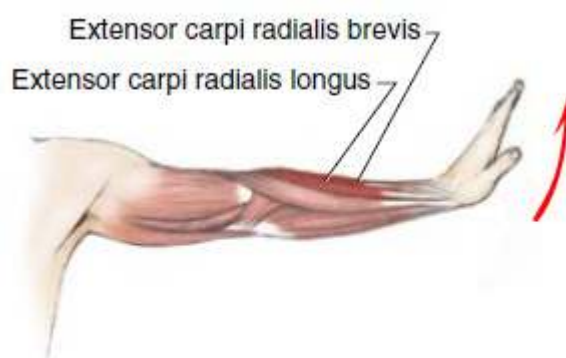
Антефлексија

Слика 4. Зглоб на рамо



Хоризонтална екстензија

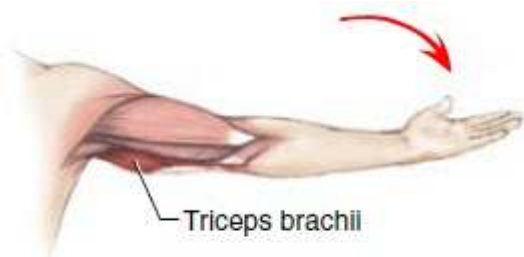
Слика 5. Зглоб на рамо



Екстензија

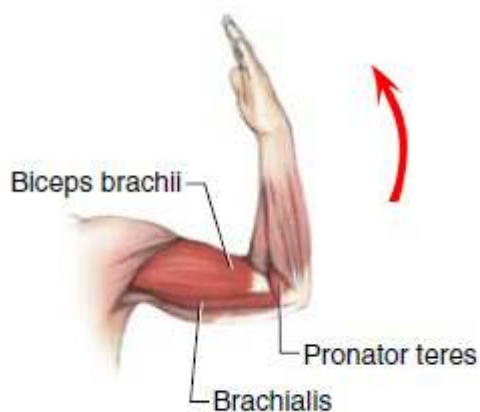
Слика 6. Зглоб на шака





Екстензија

Слика 7. Зглоб на лакт



Флексија

Слика 8. Зглоб на лакт

## ЗАКЛУЧОК

Успехот во одбојката зависи од многу фактори. Еден од клучните е и квалитетот на изведбата на елементите кои одбојкарот мора да ги владее на највисоко ниво. Биомеханиката како интердисциплинарна наука која во себе ги вклучува и знаењата од други научни дисциплини и му овозможува на стручното лице, многу прецизно да го процени квалитетот на изведбата, преку одредување на биомеханичките (клучни) карактеристики на движењето и воочување на предностите и недостатоците во изведбата. Откако ќе се завршат сите претходни задачи стручното лице пристапува кон креирање на адекватен план преку кој ќе може најефективно и најефикасно да изврши корекција на грешките.

## ЛИТЕРАТУРА

- Туфекчиевски, А. И Ацески, А. (2009). Биомеханика – второ проширено и дополнето издание. Факултет за физичка култура – Скопје.
- Knudson, V.D. (2013). *Qualitative diagnosis of human movement 3th edition*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Knudson, V.D. & Morrison, S.C. (2002). *Qualitative analysis of human movement 2nd edition*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Kreighbaum, E., & Barthels, M.K. (1985). *Biomechanics – a qualitative approach for studying human movement 2<sup>nd</sup> edition*. Burgess Publishing Company.
- McCaw, S. (2014). *Biomechanics for dummies*. John Wiley & Sons, Inc.
- Циев, Д. и Миленковски, Ј. (2002). *Одбојка*. Факултет за физичка култура – Скопје.