



УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ
ПРИРОДНО – МАТЕМАТИЧКИ
ФАКУЛТЕТ
ДЕПАРТМАН ЗА ФИЗИКУ



Мерење аксијалних димензија ока ултразвучним методама

- стручни рад -

Ментор:
Др. Оливера Клисурић

Кандидат:
Марта Аврамовић

Нови Сад, 2017.

Садржај

1. Ултразвук – добијање и карактеристике	3
1.1. Звук	3
1.2. О ултразвуку	3
1.3. Добијање и карактеристике ултразвука	3
1.4. Основни принципи конструкције ултразвучне сонде	4
2. Рефлексиона (ехо) ултрасонографија	5
2.1. Једнодимензиона ултрасонографија <i>A-scan</i>	6
2.1.2. Једнодимензиона ултрасонографија <i>A-scan</i> ока	7
2.1.3. Технике које се примењују код <i>A</i> скенирања	9
2.1.4. <i>A scan</i> биометрија ока	10
2.1.5. Тачност и стандардне грешке <i>A scan</i> аксијалне биометрије ока	10
3. Експериментални део: Примена ултразвучне биометрије у оптометрији и офталмологији. Примери из клиничке праксе	13
3.1. Апаратура за <i>A scan</i>	14
3.2. Ток прегледа	15
4. Закључак	21
5. Литература:	22
Биографија	23

1. Ултразвук – добијање и карактеристике

1.1. Звук

Звучни таласи су механички лонгитудинални таласи, који се простиру кроз гасовиту, течну и чврсту средину. Кад говоримо о звуку ми првенствено мислимо на звук који чујемо, али звук на који наше уво реагује сензацијом чувења обухвата само мали део опсега звучних таласа који имају велики значај како у природи тако и у технологији. Људско уво је осетљиво на звучне таласе чији је опсег приближно 20 - 20.000 Hz. Звучни таласи испод овог опсега припадају области инфразвука, као што је осциловање великих објеката, рецимо зграда, окретање вентилатора, земљотрес. Део изнад опсега чујности је ултразвук, који се користи у медицинској дијагностици, лоцирању објеката под водом, анализи материјала и другим областима. Многе животиње могу да региструју звучне таласе испод или изнад опсега чујности људског ува. Да би настао звук, морамо имати звучни извор и материјалну средину, односно медијум кроз који ће се звук простирати. Звучни извор може бити свако тело које периодично осцилује у интервалу чујности.

1.2. О ултразвуку

Ултразвук се простире као лонгитудални талас, и представља меру чујности коју људско уво не може да региструје због његове веома високе фреквенције. Она износи преко 20 kHz што је и праг чујности за човека. Неке особе имају способност да чују ову фреквенцију, али она зависи од индивидуе и старосне доби.

Ултразвук се користи у свим делатностима човека као на пример медицина, ветерина, конструкцијско инжењерство, козметика, итд...

Он је најраспрострањеније средство које се користи у медицини при откривању непознатих симптома бола, отока и разних стања унутар тела као и њихово праћење. Применом ултразвука у медицини, односно у овом случају у офталмологији и оптометрији можемо доћи до открића абнормалности унутар ока много детаљније него што би то постигли рутинским прегледом. Пошто је већа површина ока испуњена флуидом, то је много лакша и тачнија употреба ултразвука за визуализацију могућих патологија или за једноставно посматрање анатомије ока. Дакле, ултразвук се користи претежно за дијагностику, некада и терапију.

1.3. Добиање и карактеристике ултразвука

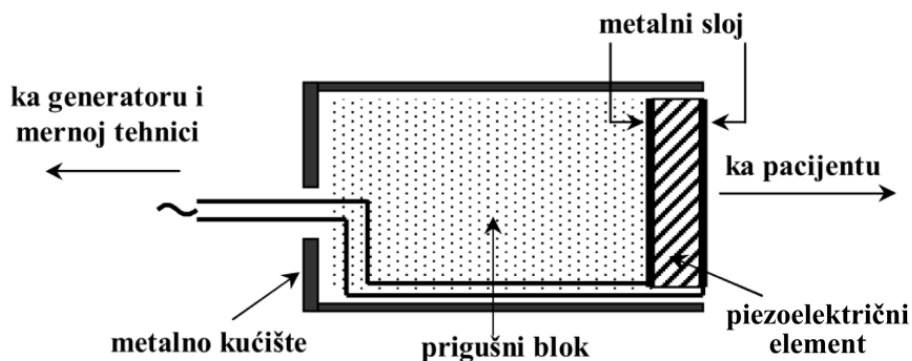
Једна од најчешће коришћених метода за добијање и објашњење ултразвука назива се пиезоелектрични ефекат. Својство кристала као материје садржи атоме или молекуле који су уредно и симетрично распоређени у својој структури. Њихова форма тежи у понављајућој структури која води до понављања у бесконачност. Код пиезоелектричног кристала, позитивна и негативна наелектрисања су у равнотежи све

док им нека спољна сила не наруши усклађеност. Када се на површину кристала примени механичка енергија-сила притиска, долази до деформације унутрашње структуре и мрежа наелектрисања позитивног и негативног се разилазе на супротне, тачније бочне стране кристала, и тако долази до стварања напона-електричне енергије. Код инверзног пиезоелектричног ефекта се све дешава на обрнуто. На површину кристала се доведе напон тако да се атоми унутар кристала морају померати и деформисати под дејством напона. Електрична енергија прелази у механичку енергију.

1.4. Основни принципи конструкције ултразвучне сонде

Сви ултразвучни дијагностички и терапеутски системи користе ултразвучне сонде (претвараче), који претварају електричну енергију у акустичку и обрнуто. Ако се пиезоелектрични елемент одређене дебљине (која одређује сопствену фреквенцију плочице, односно резонантну фреквенцију) унесе у променљиво електрично поље, у једном полупериоду доћи ће до њеног истезања (дилатације), а у другом полупериоду до њеног сабијања (компресије). Механичке промене плочице преносе се на средину у којој се плочица налази у виду поремећаја, чија фреквенција прати фреквенцију променљивог електричног поља. При високофреквентним електричним пољима поремећај, који се преноси кроз околни простор, представљаће ултразвук. Претварање енергије електричног поља у енергију ултразвучног таласа биће највеће ако је фреквенција поља једнака сопственој фреквенцији кристалне плочице, односно пиезоелектричног елемента.

Апарат за добијање ултразвука се састоји од генератора и апликатора (слика 1). Генератор производи електричне осцилације различитог напона и фреквенције, које се конвертују помоћу пиезоелектричног (или магнетострикцијског) елемента у апликатору у одговарајуће механичке (ултразвучне) осцилације. Пиезоелектрични елемент метализираних површина може имати различит облик и димензије, што зависи од намене сонде.



Слика 1. Шематски приказ ултразвучне сонде која може служити као генератор и као детектор ултразвука.

У офталмологији се користе сонде штапићастог облика (слика 2) са фреквенцијама од 10 до 20 МHz. Избор фреквенције зависи од намене, тачније, ако желимо бољу

резолюцију слике онда користимо више фреквенције. То међутим са собом носи проблем атенуације високофреквентног ултразвука, па такве фреквенције не могу да се користе за осликавање дубљих структура ока. Фреквенције око 10 MHz могу да осликају и регију ретине, али ће слика бити слабије резолуције.



Слика 2. Ултразвучне сонде: сонда за B scan (горе) и сонда за A scan (доле)

2. Рефлексиона (ехо) ултрасонографија

У медицинској дијагностици се данас скоро искључиво користи рефлексиона или ехо ултрасонографија. Већина дијагностичких примена ултразвука базира се на пулној ехо техници, која даје информације о положају површина у телу са којих се ултразвучни сноп рефлектује и расејава. Краткотрајни пулсеви ултразвучне енергије генеришу се помоћу ултразвучне сонде и шаљу у виду узаног снопа у тело пацијента. Ултразвучна сонда је истовремено генератор примарног пулса и пријемник рефлектованог пулса. Време емитовања пулса је веома кратко, реда величине 1 μ s. Ако се зна да је фреквенција слања примарног пулса (репетитивна фреквенција) у ултразвучној дијагностици углавном од 200 до 5000 пулсева у секунди, време између два пулса је мање од 1 μ s. Лако је израчунати да је сонди потребно мање од 1% периода за емисију пулса. Преко 99% периода сонда делује као пријемник рефлектованог пулса. Модерне дијагностичке сонде су екстремно осетљиве и могу да региструју рефлектоване пулсеve чија енергија износи свега 1% енергије емитованог пулса.

Ехо се враћа у сонду са кашњењем које одговара дубини рефлектујуће површине. Ако за средњу брзину ултразвука у ткиву узмемо вредност од 1500 m/s, биће потребно око 13,3 μ s да ултразвук пређе 1 cm ткива и да се врати у сонду (укупно 2 cm). Дуже време указује на већу дубину предмета.

Ултразвук има могућност да се простире кроз сва агрегатна стања (чврсто, течно, гасовито) осим у вакуму. Због апсорпције која је најизраженија у чврстим срединама због веће густине смањује се дубина продирања ултразвука. Овакво деловање описујемо акустичком импенданца, јер долази до отпора проласку ултразвука, што

зависи од густине и брзие звука. Карактеристична акустичка импеданца Z се може дефинисати као:

$$Z = \rho v$$

где је ρ густина медијума, а v брзина ултразвучног таласа у том медијуму. Типичне вредности ρ , v , и Z , интересантне за примену ултразвука у медицинској дијагностици, дате су у табели 1. Табела показује да већина ткива у људском организму има особине сличне води, а да се подаци драстично разликују када је у питању ваздух.

Табела 1.

<i>Материјал</i>	ρ (kg/m^3)	v (m/s) на 37 °C	Z ($kg/m^2 s$)
<i>рожњача</i>		1550	
<i>очна водица</i>		1532	
<i>очно сочиво</i>		1641	
<i>крв</i>	$1,02 \times 10^3$	1550	$1,61 \times 10^6$
<i>масно ткиво</i>	$0,92 \times 10^3$	1450	$1,38 \times 10^6$
<i>мишићно ткиво</i>	$1,04 \times 10^3$	1580	$1,64 \times 10^6$
<i>миокард</i>	$1,04 \times 10^3$	1550	$1,62 \times 10^6$
<i>јетра</i>	$1,05 \times 10^3$	1570	$1,65 \times 10^6$
<i>кости лобање</i>	$1,78 \times 10^3$	3360	$6,00 \times 10^6$
<i>ваздух</i>	1,29	343	$0,00043 \times 10^6$
<i>вода</i>	$1,00 \times 10^3$	1480	$1,48 \times 10^6$

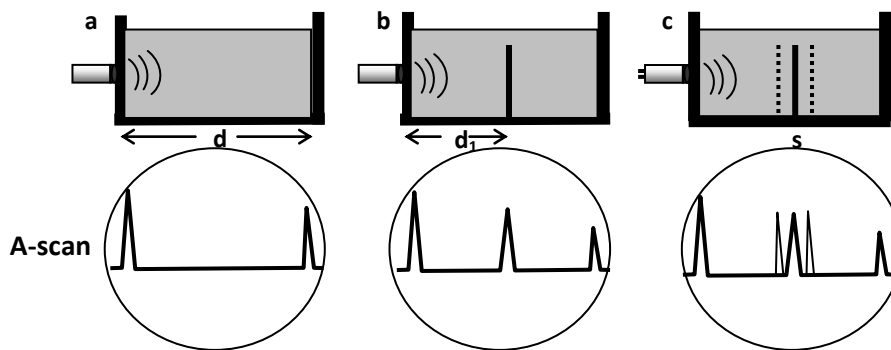
У литератури се могу наћи извесне разлике у вредностима наведених параметара. За то постоји више разлога. Обично се не наглашава да ли је дата вредност брзине ултразвука на 0 °C или на собној температури. Са друге стране структура биолошких ткива није идентична код свих особа па се може говорити само о средњим или приближним вредностима ових коефицијената. Брзина звука у некој средини је осетљива функција температуре, док је њена зависност од фреквенције минимална у опсегу од 1 – 15 MHz. Акустичка импеданца је веома важан параметар у ултразвучном "имицингу", јер одређује амплитуде рефлектованих (или расејаних) таласа на основу којих се формира слика испитиване структуре.

2.1. Једнодимензиона ултрасонографија A-scan

Амплитудно скенирање или скраћено A-scan, сада већ спада у неопходан уређај при прегледу ока и њене орбите. То је техника која се заснива на ултразвучној бази као главној методологији за мерење аксијалне дужина. А-скенирањем се ради само дијагностика. Највећу употребу има у офталмологији за посматрање структура ока и при откривању тумора. Веома често се користи и за правилан одабир величине импланта сочива, код пацијената који којих је потребна операција катаракте.

Најуобичајенија фреквенција која се користи код A scan-а за преглед очног дна се креће од 8-12 MHz, мада се у пракси типично користи фреквенција од 10 MHz.

A-scan представља једнодимензиони приказ испитиваног објекта, јер се помоћу њега добија само дубина на којој се неко тело или нека површина налази. Назив *A-scan* потиче од тога што се овде приказује величина амплитуде рефлектованог таласа (А - амплитуда). Основни принципи *A-scan* метода су приказани на слици 3. Ултразвучна сонда, која се налази у фиксном положају са једне стране посуде, емитује импулсе који се простиру кроз материјалну средину у посуду дијаметра d . Иста сонда служи и као детектор ултразвука рефлектованог са супротног зида посуде. Регистровани ехо се претвара у електрични сигнал, појачава се и приказује на екрану осцилоскопа у виду пика мање амплитуде у односу на први пик (који одговара упадном снопу и одређује положај сонде), с обзиром да се део ултразвучног снопа апсорбовао при проласку кроз материјалну средину. Растојање дуж временске базе осцилоскопа је пропорционално дубини продирања снопа, тако да се на дисплеју осцилоскопа може директно прочитати удаљеност површине са које се ултразвук рефлектовао уколико је позната брзина простирања ултразвука у испитиваном медијуму.



Слика 3.

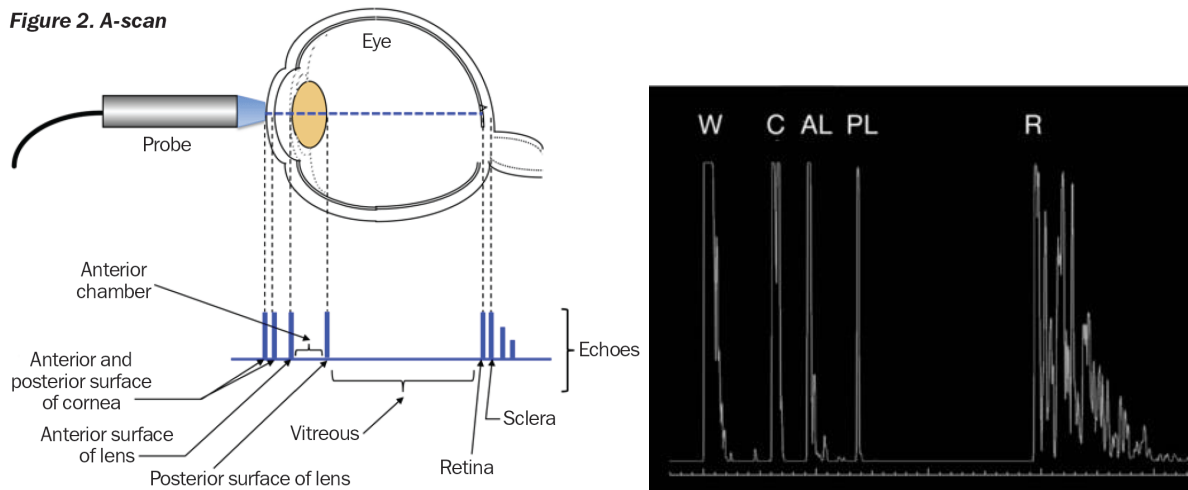
У посуду се може наћи нека препрека, па у том случају део ултразвучног снопа ће се рефлектовати са површине препреке, а на осцилоскопу ће се појавити нови пик на растојању d_1 , које одговара положају препреке. Ако се препрека помера (осцилује), на дисплеју ће се појавити два нова пика на растојању s које одговара величини осциловања препреке.

2.1.2. Једнодимензиона ултрасонографија *A-scan* ока

Унутрашњи елементи ока се визуализују произвођењем рефлексија ултразвучних таласа од унутрашњих ткива ока. Ехои (рефлексије ултразвучног снопа са граница различитих ткива у оку) се враћају у сонду, а затим обрађују. На екрану се ове рефлексије читавају у виду белих шиљака или пикова, где се мери њихово растојање и висина при наиласку на сваку 'препреку' у унутрашњости (слика 4). Врхови пикова би требало да буду приближно једнаке висине. Први пик описује рожњачу, друга два пика раздвојена кратким растојањем представљају предњу и задњу комору сочива. Након тога обично се види равна доња линија јер нема елемената, само флуидна средина која је заправо стакласто тело. Следећи пик је ретина, затим у танком слоју хороиједа, и

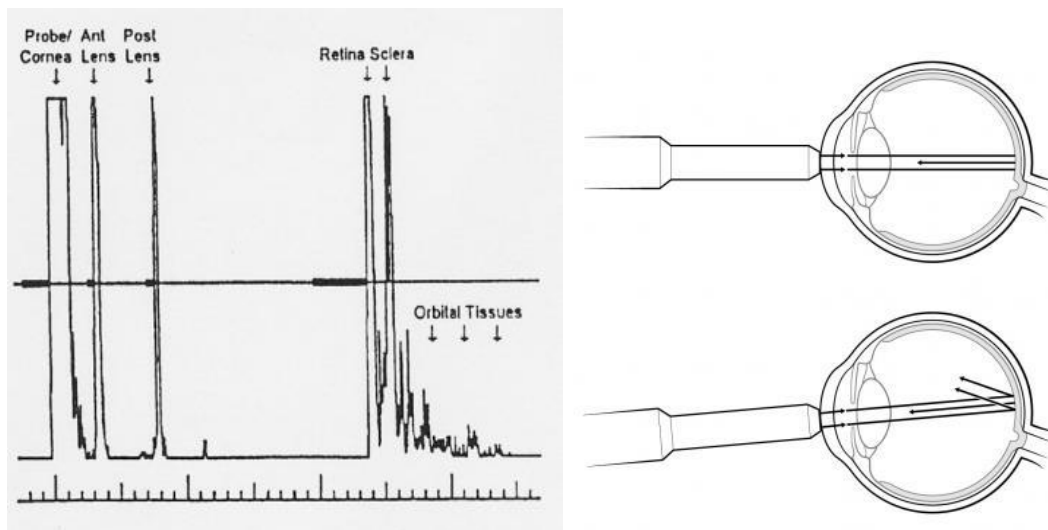
крајњи високи пик представља беоњачу. Остатак пикова који се прогресивно смањују су делови орбите ока (масно ткиво).

Figure 2. A-scan



Слика 4.

Када је ултразвучни сноп паралелан и коаксијалан на визуелну осу (слика 5, горе десно), већина повратних еха се примају назад у врх сонде и се тумаче на дисплеју као високи амплитудни шиљци. Када је звучни зрак нагнут на визуелну осу (слика 5, доле десно), део еха не стиже до сонде. Као резултат тога, амплитудни шиљци ће бити мањег интензитета, а неки ће недостајати. Ако нема видљивих склералних или орбиталних масти, ултразвучни зрак је највероватније поравнат са оптичким нервом, а не са макулом.



Слика 5.

Уколико желимо да правилно урадимо испитивање и видимо јасну слику правог стања величине елемената ока, изричито је важно како и под којим углом држимо претварач. Тај угао под којим посматрамо је обично 90°. Сонда би требала бити усмерена пораванто у линији са макулом како би се показали сви пикови.

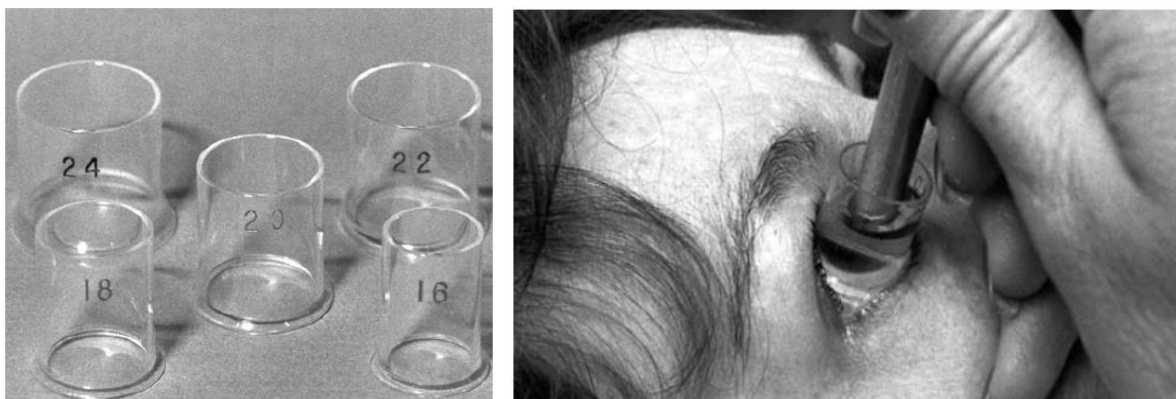
2.1.3. Технике које се примењују код А скенирања

Постоје две технике које се примењују код А скенирања:

1. Имерзиона (техника потапања)
2. Контактна (директна техника)

Пре него што се почне са скенирањем било којом од ове две технике, пацијенту би требало објаснити сваки наредни корак и процедуру, да би се остварила што већа сарадња са њим и како пацијент не би осећао нелагоду која би можда довела до панике.

Код имерзионе технике, врх сонде је урођен у посебну малу пластичну или силиконску тубу (слика 6, лево) чији је крај кружног облика да би се могао боље прислонити на површину рожњаче и тако ограничило њено кретање. Пацијента поставимо да легне и упутимо га да фиксира поглед на горе, ка плафону. Ставимо тубу између капака и центрирамо је преко корнеалне површине. Унутар тубе се сипа физиолошки раствор (потребан је неки течни слој) а пацијенту је дата локална анестезија ока преко лимбуса (слика 6, десно). Код ове технике сонда није и не треба бити директно прислоњена на рожњачу као у случају директне технике, већ је зароњена у тубу са течношћу, што даје већи комфор за пацијента. Након обављеног испитивања, врх сонде и тубу обавезно дезинфиковати алкохолом и дозволити да се осуши до наредне употребе.



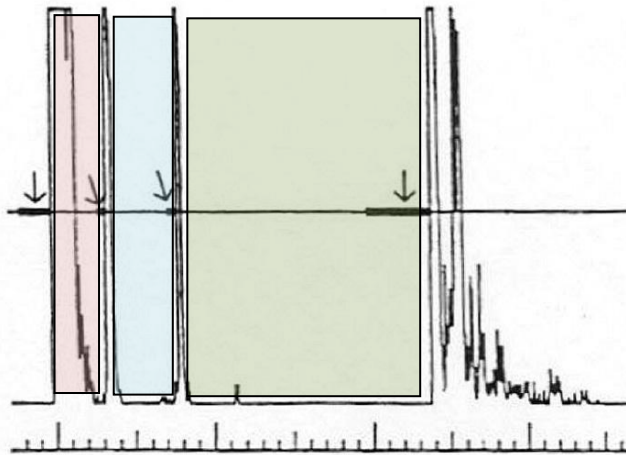
Слика 6. Сет имерзионих бочица (лево). Бројеви означавају дијаметре бочица у милиметрима. Имерзиона А scan техника (десно). Сонда је малих димензија и може да се употреби уз било коју имерзиону бочицу.

Код контактне или директне технике сонда се директно ослања на анестезирану рожњачу. Иако су ове две технике сличне и лаке за употребу, тачност мерених вредности аксијалне дужине се преписује имерзионој методи јер нема притискање рожњаче сондом, и око се не помера у количини као код контактне технике, а тиме се добијају и реалнији подаци величине ока. Боља поновљивост мерења се врши имерзионом техником. Код контакте технике добијамо различите вредности због различите јачине компресије рожњаче.

Сви ови подаци у компарацији ове две технике, указују на то да се имерзиона техника показала као бољи приступ и тачнији начин мерења димензије ока.

2.1.4. *A scan* биометрија ока

Растојања код *A scan* ултрасонографије се мере на основу тога колико времена је потребно да ултразвук путује од једне до друге тачке датом брзином. Формула, **удаљеност = брзина × време** аутоматски прерачунава време у растојање, односно димензије ока. Затим се то растојање одмах дели са 2 због тога што је време које се мери у ствари двоструко јер ултразвучни пулс мора и да се врати у сонду истим путем. Овде је сада најважније одабрати брзину ултразвука у деловима ока. Избором типа ока у режиму мерења (*phakic*, *aphakic* или *pseudophakic*), опрема се упућује користити тачно одређене брзине да би се добила растојања.



Слика 7. Мерење растојања између пикова код *A scan* технике

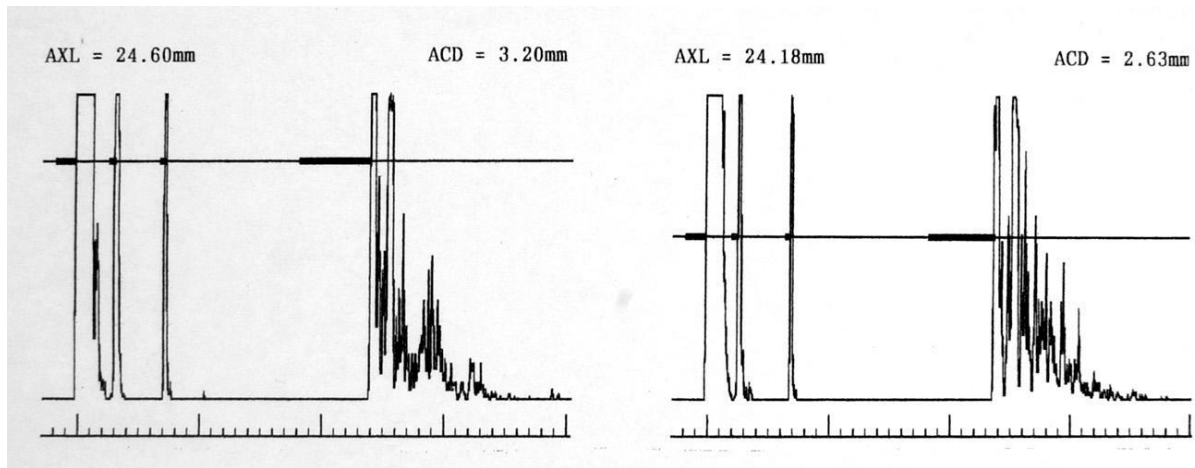
На пример, у режиму *phakic*, машина је програмирана за мерење растојања између првог пара пикова помоћу брзине од 1532 m/s, што је брзина ултразвука у предњој очној комори кроз очну водицу (слика 7). Брзина 1641 m/s се користи између другог и трећег пика јер је то брзина кроз очно сочиво, док се брзина 1532 m/s поново користи у формули између трећег и четвртог пика јер је брзина то брзина кроз стакласто тело (слика 7). Најпрецизнији машине мере сваку дужину ова 3 дела ока појединачно и затим их сабирају да би се добила укупна дужина ока.

2.1.5. Тачност и стандардне грешке *A scan* аксијалне биометрије ока

Мерење аксијалних дужина ока *A scan* техником са собом носи различите проблеме које утичу на тачност мерења.

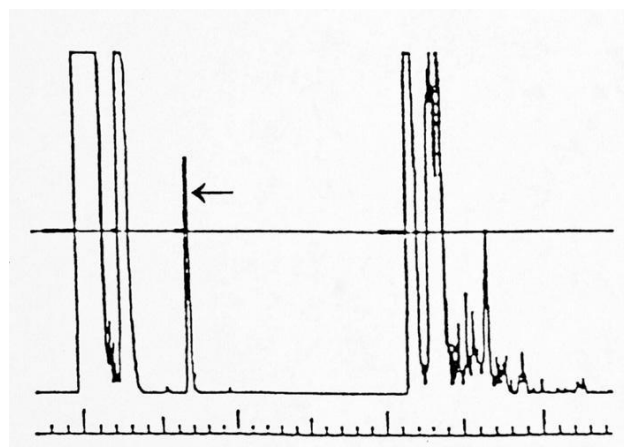
Најчешћа грешка у контактної техници потиче од компресије рожњаче. То је неминовно зато што је око еластично, а рожњача се увлачи чак и са минималним притиском сонде. Што је нижи очни притисак значајнија је компресија рожњаче. Према

томе, величина компресије може варирати чак и када преглед обавља иста особа. Ако се мора користити контактна техника, дубина предње очне коморе има мање вредности због компресије, што смањује и укупну аксијалну дужину ока (слика 8).



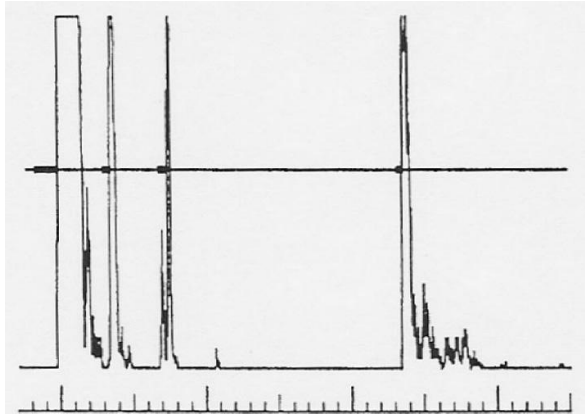
Слика 8. Утицај компресије рожњаче је показан у А-скенирању на слици десно. Компресија рожњаче овде износи 0,57 mm, а укупна дужина око је скраћена од 24,60 mm у скенирања лево на 24.18 mm у скенирања на десној страни. Ова грешка ће довести до нежељених грешака у одређивању диоптрије од око -1.25 D.

Такође, ако пик који потиче од задње површине сочива није у пуној амплитуди то је вероватно последица неусклађености праваца ултразвучног снопа и аксијалне осе. Поред тога, конвексна кривина задње површине сочива је оштрија од конвексне кривине предње површине сочива, што омогућава рефлексију далеко од врха сонде. Исто тако, ако је сочиво склеротично, катаракта је присутна, атенуација ултразвука је већа што доводи до тога да други пик од сочива буде краћи (слика 9).

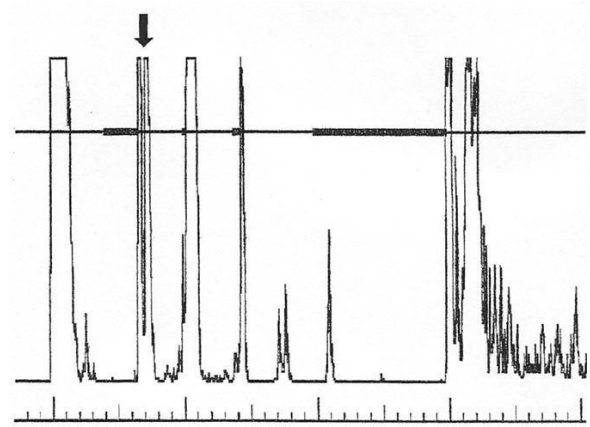


Слика 9.

Ако се деси поравнање ултразвучног снопа ка оптичком нерву, а не нормално на макуларну површину, та се грешка лако препознаје, јер ће пикови са бењаче бити одсутни (слика 10).



Слика 10.



Слика 11.

Требало би посебно напоменути да је имерзиона метода прецизнија од контактне јер је избегнута компресија рожњаче. Мерено помоћу имерзионе методе аксијалне димензије ока су $0,1 - 0,3 \text{ mm}$ дуже него мерено контактном методом јер не долази до компресије ока. Такође, због тога што рожњача није у директном контакту са ултразвучном сондом долази до појаве одвојених пикова на *A scan* слици који потичу од предње и задње површине рожњаче (слика 11).

Садашња мерења савременим апаратима дају резултате са грешкама од $\pm 0,1 \text{ mm}$ до $\pm 0,2 \text{ mm}$ што доводи до грешака од $0,25$ до $0,50 D$ респективно за рефрактивну грешку.

3. Експериментални део: Примена ултразвучне биометрије у оптометрији и офталмологији. Примери из клиничке праксе

Ултразвучна дијагностика користи се како би се добио увид у стање унутрашњости ока и орбите. Иако се очно дно и стакласто тело могу добро анализирати биомикроскопским прегледом, у случајевима када је прозирност оптичких медија лоша (нпр. код замућене рожњаче, густе катаракте, излива крви у око) једино се уз помоћ ултразвука може закључити какво је стање у дубини ока. Ултразвучна дијагностика користи се у случајевима када треба потврдити дијагнозе (нпр. код аблације ретине, аблације судовњаче и сл.) и на тај начин се објективизира налаз.

Оно што је тема овог рада је ипак била ултразвучна биометрија односно примена ултразвука код одређивања и прорачуна сочива приликом припреме пацијената на захват операције катаракте. А *scan* одређује дужину ока, те се на основу осталих унесених параметара програмски израчуна коју диоптријску вредност би требало да има сочиво које ће се уградити у око на крају оперативног захвата уклањања сочива оболелог од катаракте.

У примеру прегледа који је рађен у клиничкој пракси, а представићемо га у овом раду, имали смо пацијенткињу у касним шездесетим годинама која се пожалила да јој је нагло ослабио вид на десном оку. На основу историје болести установљено је да пацијенткиња није имала операцију интраокуларног сочива, па се прешло на ултразвучни преглед ока.

3.1. Апаратура за *A scan*

На слици 12. је приказан изглед А скенера новије генерације, на којем је и вршен преглед пацијенткиње. На слици 13. приказани су ултразвучни уређаји који су се користили у прошлости.



Слика 12. *A scan* уређај



Слика 13. *A scan* који се користио у прошлости

Преглед је рађен *A scan* контактном техником, а употребљена сонда је приказана на слици 14.

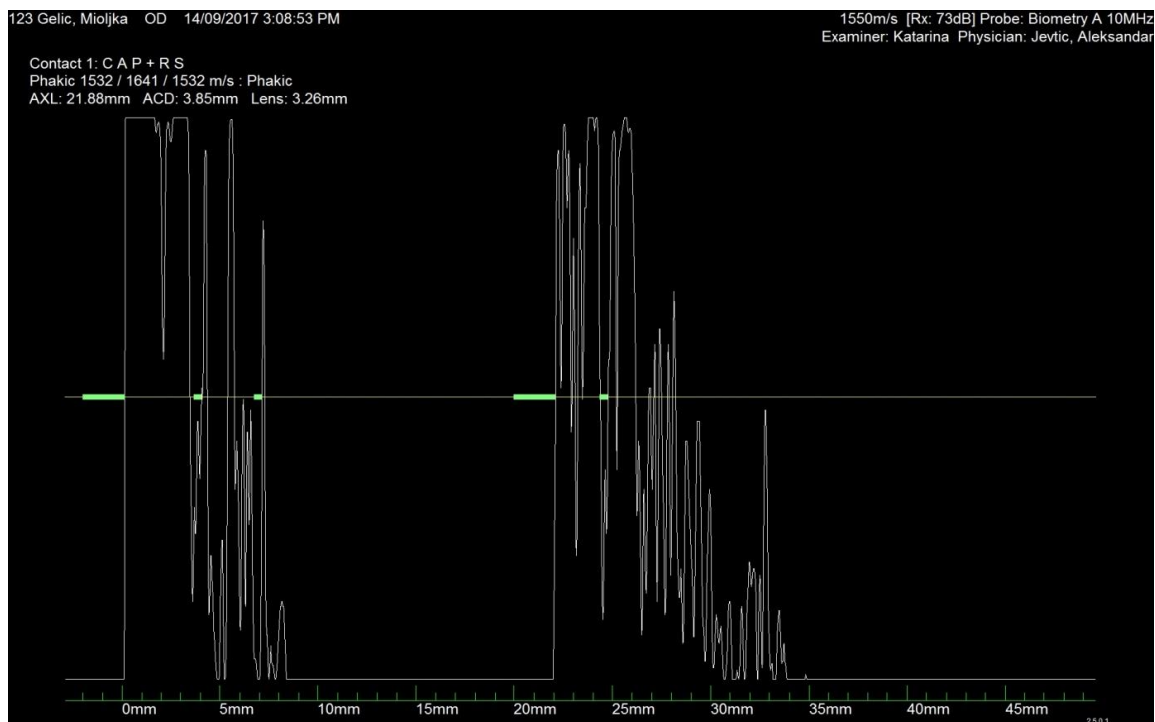


Слика 14. Изглед сонде *A scan* контактне технике

3.2. Резултати прегледа

Док пацијент лежи сипамо у око анестезију у виду капи, а апарат поставимо на одговарајући режим за *A scan*. У овом случају то ће бити *phakic* због тога што пацијенткиња има своје природно сочиво. После деловања анестезије, пацијенткињу смо упутили да гледа право испред себе, у једну тачку на плафону и да не трепће.

Док сонду прислањамо ан површину ока, водећи при том рачуна да притисак буде само минималан, истовремено на монитору посматрамо да ли су приказани сви пикови унутрашњих делова скенираног ока. Када смо пронашли одговарајући угао између аксијалне осе ока и правца ултразвучног снопа, на екрану видимо слику 15.



Слика 15. Унутрашњост ока пацијенткиње снимљено *A scan* контактном методом

Прва зелена линија означава место контакта сонде и рожњаче, друге две означавају предњу и задњу капсулу сочива, док простор између њих представља дебљину сочива. Последње две хоризонталне линије представљају локацију ретине и склере са даљом пропацијом и атенуацијом сигнала кроз орбитално ткиво.

Коначани резултати прегледа за десно око су дати на слици 16, 17 и 18.

Ocni centar VIDAR-ORASIS Swiss



Physician:
Examiner:

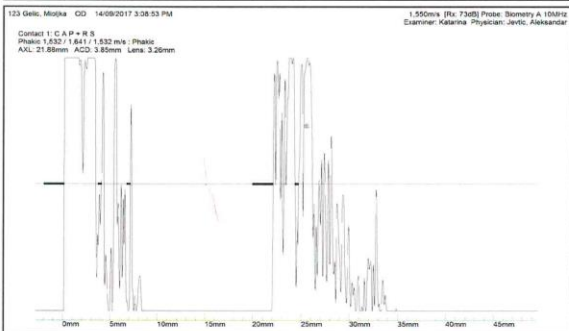
Patient ID: 123
Patient:
Date of Birth: 20/01/1950
Date: 14/09/2017
Number of Lenses: 3

AXL = 21.88 mm
ACD = 3.85 mm
LENS = 3.26 mm
VIT = 14.77 mm
K1 = 44.00 D
K2 = 44.00 D @ 90°
K-Index = 1.3375
Target Rx = 0.00 D
Eye Type = Phakic

OD
Right Eye

AXL =
ACD =
LENS =
VIT =
K1 =
K2 =
K-Index =
Target Rx =
Eye Type =

OS
Left Eye



The following IOL parameters have been identified as unusual and should be verified.

Eye	Parameter	Value	Normal Range
OD	Axial length	21.88 mm	22.00mm to 25.00mm

OD (Right) Calculations (mm)	
Average AXL:	21.88
SDAXL:	0.00
1 21.88	

OS (Left) Calculations (mm)	
Average AXL:	
SDAXL:	

Unusual axial values are highlighted above in grey.

Слика 16.

Ocni centar VIDAR-ORASIS Swiss



Physician:
Examiner:

Patient ID: 123
Patient:
Date of Birth: 20/01/1950
Date: 14/09/2017
Number of Lenses: 3

OD
Right Eye

OS
Left Eye

Holladay

Bausch&Lomb - AKREOS ADAPT AO			Alcon - SA60AT		
Constants	P-OP Rx(D)	IOL(D)	Constants	P-OP Rx(D)	IOL(D)
A 118.00	0.73	24.00	A 118.40	0.76	24.50
SF 1.22	0.37	24.50	SF 1.45	0.40	25.00
ACD 4.97	0.01	25.00	ACD 5.20	0.05	25.50
	-0.36	25.50		-0.31	26.00
	-0.73	26.00		-0.68	26.50
Emmetropia: 25.01 D			Emmetropia: 25.57 D		
IOL power 25.00D is unusual. Normal range is 16.33D to 22.33D.			IOL power 25.50D is unusual. Normal range is 16.33D to 22.33D.		

Rayner - CFLEX 570C		
Constants	P-OP Rx(D)	IOL(D)
A 118.00	0.73	24.00
SF 1.22	0.37	24.50
ACD 4.97	0.01	25.00
	-0.36	25.50
	-0.73	26.00
Emmetropia: 25.01 D		
IOL power 25.00D is unusual. Normal range is 16.33D to 22.33D.		

SRK/T

Bausch&Lomb - AKREOS ADAPT AO			Alcon - SA60AT		
Constants	P-OP Rx(D)	IOL(D)	Constants	P-OP Rx(D)	IOL(D)
A 118.00	0.86	23.50	A 118.40	0.56	24.50
SF 1.22	0.50	24.00	SF 1.45	0.20	25.00
ACD 4.97	0.14	24.50	ACD 5.20	-0.16	25.50
	-0.23	25.00		-0.53	26.00
	-0.61	25.50		-0.90	26.50
Emmetropia: 24.69 D			Emmetropia: 25.28 D		
IOL power 24.50D is unusual. Normal range is 16.33D to 22.33D.			IOL power 25.50D is unusual. Normal range is 16.33D to 22.33D.		

Rayner - CFLEX 570C		
Constants	P-OP Rx(D)	IOL(D)
A 118.00	0.86	23.50
SF 1.22	0.50	24.00
ACD 4.97	0.14	24.50
	-0.23	25.00
	-0.61	25.50
Emmetropia: 24.69 D		
IOL power 24.50D is unusual. Normal range is 16.33D to 22.33D.		

Physician:	Patient ID: 123
Examiner:	Patient: 20/01/1950
	Date of Birth: 20/01/1950
	Date: 14/09/2017
	Number of Lenses: 3

OD
Right Eye

OS
Left Eye

Hoffer-Q

Bausch&Lomb - AKREOS ADAPT AO			Alcon - SA60AT		
Constants	P-OP Rx(D)	IOL(D)	Constants	P-OP Rx(D)	IOL(D)
A 118.00	0.86	24.00	A 118.40	0.54	25.00
SF 1.22	0.50	24.50	SF 1.45	0.19	25.50
ACD 4.97	0.14	25.00	ACD 5.20	-0.17	26.00
	-0.22	25.50		-0.53	26.50
	-0.59	26.00		-0.89	27.00
Emmetropia: 25.20 D			Emmetropia: 25.76 D		
IOL power 25.00D is unusual. Normal range is 16.33D to 22.33D.			IOL power 26.00D is unusual. Normal range is 16.33D to 22.33D.		

Rayner - CFLEX 570C		
Constants	P-OP Rx(D)	IOL(D)
A 118.00	0.86	24.00
SF 1.22	0.50	24.50
ACD 4.97	0.14	25.00
	-0.22	25.50
	-0.59	26.00
Emmetropia: 25.20 D		
IOL power 25.00D is unusual. Normal range is 16.33D to 22.33D.		

Слика 18.

Из резултата се види да је за аксијалну дужину десног ока израчуната вредност 21.88 mm, што је мање него уобичајена величина. Због мале аксијалне дужине, мање од 22 mm, можемо претпоставити на основу кратког ока да је пацијенткиња хипероп.

Апарат је аутоматски израчунао аксијалну дужину ока и јачину интраокуларног сочива.

Најчесталије формуле које се користе за израчунавање најтачније аксијалне дужине су Holladay, SRK/T и Hoffer-Q. Ове формуле се заснивају на два главна мерења, а то су аксијална дужина ока и кератометријско мерење преломне моћи роњаче.

Код очију које имају вредност у границама нормалних вредности, све три формуле се могу користити. У случају када имамо кратко око (мање од 22 mm) као код ове пацијенткиње, Hoffer-Q и Holladay су се показала као најбољи одабир која ће дати најтачнију вредност процењене преломне моћи сочива.

SRK/T је најбоље користити код дугих аксијалних димензија (преко 26 mm или и дуже).

Најважнији корак је урадити тачна мерења аксијалне дужине ока преоперативно. Поред осталих параметара, аксијално мерење се сматра кључним фактором за израчунавање интраокуларне снаге сочива, јер се дешава да чак и милиметарска грешка може променити знатну снагу сочива, нарочито у краћим очима.

Вредности преломне моћи сочива израчунате помоћу Hoffer-Q и Holladay формула, разликују се и до 0,5 D од вредности добијених коришћењем SRK/T формуле. С обзиром да се ради о хиперметропу вредности добијене употребом SRK/T формуле треба занемарити и одредити се за прецизније формуле.

Што су већа одступања од реалне дужине очне јабучице тиме се постоперативно повећава и рефрактивна грешка. У суштини, код кратког ока се формулише већа хиперопија него што у ствари јесте, а код дугачког ока већа миопија него у стварности.

Вишак пикова на ултразвучном налазу унутар самог сочива можемо објаснити густим опацијатима по типу катаракте. Високе вредности рефлексије ултразвучног сигнала особина су ретине и склере, док он постепено слаби током проласка кроз орбитално ткиво.

4. Закључак

Ултразвучна дијагностика користи се како би се добио увид у стање унутрашњости ока и орбите. Иако се очно дно и стакласто тело могу добро анализирати биомикроскопским прегледом, у случајевима када је прозирност оптичких медија лоша (нпр. код замућене рожњаче, густе катаракте, излива крви у око) једино се уз помоћ ултразвука може закључити какво је стање у дубини ока.

Ултразвучна биометрија одређују дужину ока и остала растојања у оку, те се на основу осталих унесених параметара програмски израчуна коју диоптријску вредност би требало да има сочиво које ће се уградити у око на крају оперативног захвата уклањања сочива оболелог од катаракте.

Предност примене ултразвука на око је то што не изазива никакве негативне реакције или иритације, стога је ултразвучно скенирање неинвазивна метода и може се применити у скоро у свим стањима ока.

Савремена оптичка биометрија нам даје довољно информација за решавање новонасталих откривених абнормалности и спречавање даљих или и већих проблема при развоју неких болести.

Ултразвучна биометрија поред својих недостатака и даље задржава своје место у дијагностици болести ока, уз правилну употребу и добро одређене индикације.

5. Литература:

Монографски извори

1. Станковић С., Сланкаменац П., Дијагностички ултразвук, Медицински факултет, Нови Сад, 2010

Електронски извори:

1. <https://sr.wikipedia.org/sr-el/Ultrazvuk>

2. <https://radiopaedia.org/articles/piezoelectric-effect>

3. <http://emedicine.medscape.com/article/1228447-overview?pa=boxeubm0n9R4cY1%2BN0rNpoTdIGUYvMauWPfeoWrh5N%2FG0WbxjT1SsRqzXYalWjeHS%2B5tHE7mtZxtnI0YdVvvnSwhCTQq25Ki1mL6i64Z7Vg%3D>

BIOGRAFIJA

Марта Аврамовић је рођена 12.07.1991. у Новом Саду. Похађала је основну школу "Душан Радовић" и завршила је 2006. године. Исте године уписала је средњу техничку (хемиску) школу "Павле Савић". Завршила је 2010. године, а 2011. уписује Природно-математички факултет у Новом Саду, на департаману за физику, смера оптометрија.



УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ
ПРИРОДНО-МАТЕМАТИЧКИ ФАКУЛТЕТ

КЉУЧНА ДОКУМЕНТАЦИЈСКА ИНФОРМАЦИЈА

Редни број:

РБР

Идентификациони број:

ИБР

Тип документације:

Монографска документација

ТД

Тип записа:

Текстуални штампани материјал

ТЗ

Врста рада:

Стручни рад

ВР

Аутор:

Марта Аврамовић

АУ

Ментор:

др. Оливера Клисурић

МН

Наслов рада:

Мерење аксијалних димензија ока улразвучним методама

НР

Језик публикације:

Српски / ћирилица

ЈП

Језик извода:

Српски

ЈИ

Земља публикације:

Србија

ЗП

Уже географско подручје:

Војводина

УГП

Година:

2017.

ГО

Издавач:

Ауторски репринт

ИЗ

Место и адреса:

ПМФ, Трг Доситеја Обрадовића 4, Нови Сад

МА

Физички опис рада:

3 поглавља/23 странице/18 слика/1 табела

ФО

Научна област:

Оптометрија

НО

Научна дисциплина:

Оптометрија

НД

*Предметна одредница /
кључне речи:*

Ултразвук, А scan ултрасонографија

ПО

УДК

Чува се:

Библиотека Департмана за физику, ПМФ-а
у Новом Саду

ЧУ

Извод:

ИЗ

Датум прихватања теме:

ДП

Датум одбране:

27.10.2017.

ДО

Чланови комисије:

КО

Predsednik:

Проф. др Зоран Мијатовић

Ментор:

Проф. др Оливера Клисурић

Члан:

Проф. др Сава Баришић

UNIVERSITY OF NOVI SAD
FACULTY OF SCIENCE AND MATHEMATICS

KEY WORDS DOCUMENTATION

Accession number:
ANO

Identification number:
INO

Document type: Monograph publication
DT

Type of record: Textual printed material
TR

Content code: Final paper
CC

Author: Marta Avramović
AU

Mentor/comentor: Prof.dr Olivera Klisurić
MN

Title: Measurement of axial eye dimensions by ultrasonic methods
TI

Language of text: Serbian (Cyrilic)
LT

Language of abstract: English
LA

Country of publication: Serbia
CP

Locality of publication: Vojvodina
LP

Publication year: 2017
PY

Publisher: Author's reprint
PU

Publication place: Faculty of Science and Mathematics, Trg Dositeja Obradovića 4
PP

Physical description: 3 chapters/23 pages/18 images/1 table
PD

Scientific field: Optometry
SF

Scientific discipline: Optometry
SD

Subject/ Key words: Ultrasound, A-scan ultrasonography
SKW

UC

Holding data: Library of Department of Physics, Trg Dositeja Obradovića 4
HD

Note: None
N

Abstract:
AB

*Accepted by the Scientific
Board:*

ASB

Defended on: 27.10.2017.

DE

Thesis defend board:

DB

President: Prof. dr Zoran Mijatović

Mentor: Prof. dr Olivera Klisurić

Member: Prof. dr Sava Barišić