

**Сағандықова Назым Слямовнаның 6D110100 – «Медицина»
мамандығы бойынша «Мұрын пердесінің деформациясы жағдайында ауа
ағындарын виртуалды модельдеудің клиникалық мүмкіндіктері»
тақырыбындағы диссертациялық жұмысына**

АННОТАЦИЯСЫ

Зерттеу жұмысының өзектілігі Диссертациялық зерттеу мұрын пердесінің қисаюы бар науқастарда мұрын қуысындағы ауа ағынының физикалық қасиеттерін зерттеуге арналған. Біз газдар мен сұйықтықтардың есептеу динамикасының заңдарына негізделген ауа ағынын виртуалды CFD модельдеу әдісін қолдандық (Computational Fluid Dynamics). Бұл әдіс мұрын қуысындағы ауа ағысының динамикалық үш өлшемді модельдерін жасауға және ағынның функционалдық сипаттамаларын (ағын жылдамдығын, ағын температурасын, ішінара ағын қысымын және мұрын қабырғаларындағы қысым күшін) есептеуге мүмкіндік береді. Мұрын тыныс алуының бұзылуын диагностикалауда осы сипаттамалардың рөлін зерттедік.

Мұрын пердесінің деформациясы немесе қисаюы — апноэ синдромы, мұрының қанауы, бас ауруы, жүрек-қан тамырлары жүйесінен асқынулар, төменгі тыныс алу жолдарының аурулары, т.б. (Cappello ZJ) сияқты патологиялық жағдайларды болжаушы болып табылатын бүкіл әлемде кең таралған патология (T.W.Wang).

Мұрын пердесінің деформациясының таралуы туралы мiәлiмет әр түрлi ақпарат көздерінде ерекшеленедi. Jamie және басқалары өздерiнiң екi жылдық жұмыстарының нәтижелерiн жариялады, онда мұрын қуысы мен параназальды синустардың 1095 компьютерлiк суретi талданды. 648 (65%) науқаста мұрын пердесiнiң қисаюы табылған. Vainio Mattila ересектердiң 33%-ында мұрынмен тыныс алу бұзылыстары бар екенi анықтады, оның 26%-ы мұрын пердесiнiң қисаюын көрсеттi. Бұл деректер халық арасында мұрын пердесiнiң деформациясының жоғары жиiлiгiн көрсетедi.

Мұрын пердесінің деформациясының халық арасында мұндай жиілігі мұрынға хирургиялық араласулардың танымалдығын түсіндіреді. Оториноларингология бөлімшелерінің барлық операцияларының 40%-ына дейін мұрын пердесінің қисаюын хирургиялық түзету болып келеді (Крюков А.И.).

Хирургиялық емдеудің тиімділігін бағалау үшін пациенттердің субъективті сезімдерін жақсартудан басқа, мұрын арқылы тыныс алу қызметін сипаттайтын объективті критерийлері қажет. Қазіргі кезде мұрын пердесінің деформациясы кезінде хирургтің тактикасын анықтайтын тексерудің «алтын» стандарты жоқ (Clement PAR, «The International Standardization Committee on the Objective Assessment of the Nasal Airway in Riga»). Мұрын қуысының стандартты зерттеулеріне науқастардың шағымдарын сұрау, алдыңғы риноскопия, Cottle сынағы, мұрын қуысының компьютерлік және магнитті-резонансты томографиясы кіреді. Мұрынның тыныс алу қызметін бағалау үшін мұрын қуысының көлемін және ауа ағынының кедергісін өлшеуге негізделген белсенді және пассивті риноманометрия қолданылады. Дегенмен, бұл деректердің

операциядан кейінгі кезеңдегі пациенттердің шағымдарымен (Hsu HC) төмен корреляциясының дәлелі бар, бұл оларды қолдануды шектейді.

Мұрынның тыныс алу функциясын объективті бағалау үшін мұрын қуысының анатомиялық ерекшеліктерін ғана емес, мұрынның тыныс алуының функционалдық бұзылыстарын ескеру қажет (Baumann H.). Өйткені мұрын қуысы құрылымдарының конфигурациясындағы өзгерістер аэродинамиканың бұзылуына алып жүретіні белгілі. (B. Guyuron). Сондықтан мұрын қуысының патологиясында ауа ағынының функционалдық сипаттамаларының өзгеруін толық бағалау керек деп есептейміз. Ал мұрынның функционалдық жағдайын сипаттауда ағын жылдамдығы, парциалды қысым, қысым күші және ағын температурасы сияқты параметрлер негізгі болуы тиіс. (Anderson KR).

Өкінішке орай, қазіргі уақытта мұрын ауа ағынының функционалдық жағдайын бағалаудың нақты критерийлері жоқ, бұл мұрын тыныс алуының бұзылуының рецидивіне және операциядан кейінгі асқынуларға әкеледі. (Garcia GJ).

Осылайша, АҚШ-та 10 жылдық ауқымды проспективті зерттеуге сәйкес, септопластикадан өткен әрбір екінші науқас осы кезеңде операция нәтижелеріне наразылығын білдірді. (Tsang CLN). Септопластиканың асқынулары жайлы негізінен ағылшын тіліндегі дереккөздерде көптеген еңбектер бар. Әр түрлі авторлардың бағалауы бойынша септопластикадан кейінгі асқынулардың жиілігі жылына 25%-ға дейін жетеді.

Dąbrowska-Bień және басқа авторлар септопластикадан кейін 5639 науқастар ішінде проспективті зерттеуде 193 науқаста асқыну табылғанын атап өтті (3,42%).

Тыныс алу физиологиясы мен патологиясы мұрын қуысындағы ауа ағынына өте тәуелді. Дегенмен, күрделі тыныс алу жолдарымен және айтарлықтай жеке вариациямен сипатталатын мұрынның анатомиясын талдау қиын. Осылайша, дәстүрлі диагностикалық құралдар шектеулі табысқа ие болды. Дегенмен, компьютерлік ресурстардың қарқынды дамуымен адамның мұрындық тыныс алу жолындағы ауа ағынының сипаттамаларын компьютерлік сұйықтық динамикасын қолдана отырып, мұрын белгілері мен функцияларымен байланыстыруға неғұрлым күрделі әрекеттер жасалды.

Бұл диссертацияда мұрын қуысының компьютерлік суреттері мен алдыңғы белсенді риноманометрия деректерінен мұрын қуысының 3D моделін жасауға негізделген ауа ағындарын CFD модельдеу мүмкіндіктері зерттелді. CFD модельдеу қолданыстағы сынақтармен салыстырғанда сұйықтықтың/газдың есептелген ағындарының параметрлерін есептеп қана қоймай, олардың траекторияларын дәл бекітеді. Әдістің мұндай есептеу потенциалдары бірегей және адам өмірінің көптеген салаларында - сәулет, кеме жасау, ауыл шаруашылығы және т.б. кеңінен қолданылады. Клиникалық мақсатта бұл техника қан тамырларына хирургиялық араласудың ықтимал нәтижесін болжау үшін нейрохирургияда, қан тамырлары хирургиясында қолданылады. Ұсынылған әдіс мұрын қуысының компьютерлік томографияс мен ауа ағынының бастапқы физикалық деректерін пайдалана отырып, мұрын

қуысындағы ауа ағынының виртуалды модельдеуі бізбен зерттелді және өзгертілді.

Ғылыми-зерттеу жұмысының мақсаты. Мұрынның тыныс алуын объективті бағалауда мұрын пердесінің деформациясы бар науқастарда ауа ағынының виртуалды симуляциясын қолдану мүмкіндіктерін зерттеу.

Мақсатқа байланысты келесі міндеттер шешіледі:

1. Ауа ағынының физикалық бастапқы деректерін пайдалана отырып, мұрын қуысының үш өлшемді моделі негізінде мұрын қуысының ауа ағынын виртуалды модельдеу әдістемесін жасау.

2. Мұрын қуысындағы ауа ағынын виртуалды модельдеу арқылы қалыпты және деформацияланған мұрын пердесі бар мұрын қуысында ауа ағынының жылдамдығын, температурасын, парциалды қысымын және қысым күшін анықтау.

3. Мұрын пердесінің деформациясы бар мұрынның қарама-қарсы қабырғасының әр түрлі орналасуы мен жанасу дәрежесі бар науқастардағы ауа ағынының сипаттамасын анықтау.

4. Хирургиялық емдеуге дейін және одан кейінгі мұрын қуысындағы ауа ағынын виртуалды модельдеу нәтижелеріне салыстырмалы талдау жүргізу.

5. Стандартты әдістермен салыстырғанда мұрынның тыныс алуын объективті бағалауда мұрын қуысындағы ауа ағынын виртуалды модельдеудің клиникалық-диагностикалық мүмкіндіктерін анықтау.

Зерттеудің әдіснамалық базасы:

1. Мұрын қуысының 3D модельдерін жасау: MIMICS MEDICAL 22.0 бағдарламалық құралы (Leuven, Belgium)

2. Пациенттердің субъективті сезімдерін бағалау: NOSE стандартталған сауалнамасы (Nasal Obstruction Symptoms Evaluation)

3. Тыныс алу кезінде ағын көлемін және мұрын қуысының кедергісін бағалау: белсенді алдыңғы риноманометрия (Otopront RHINO-TOYS, Германия)

4. Клиникалық әдістер.

5. Компьютерлік модельдеу: 3D / CFD модельдеу 3-matic Medical 14.0 (Leuven, Belgium, 2019), ANSYS Fluent 19.2 (ANSYS Inc., Canonsburg, PA).

6. Сандық модельдеу нәтижелерін бағалау: қарау режимінде ANSYS Fluent 19.1 бағдарламасында

7. Цитологиялық зерттеу: мұрын шырышты қабығының жағындысын микроскопиялық зерттеу (риноцитограмма)

8. Функционалды сынақтар: сахарин сынағы-мукоцилиарлы тасымалдау жылдамдығын анықтау.

9. Аспаптық: бейне-эндоскопиялық жабдық (MedStar UE-3000, Medstar Co. Ltd (Оңтүстік Корея)).

10. Статистикалық: Барлық статистикалық есептеулер SPSS бағдарламасының көмегімен орындалды (25.0 нұсқасы, IBM SPSS Inc., Чикаго, АҚШ), $p < 0,05$ статистикалық маңызды деп саналды. Барлық деректер сипаттамалық статистикалық әдістерді қолдану арқылы жинақталды. Барлық параметрлер визуалды түрде тексерілді, сонымен қатар Шапиро-Уилк сынағы арқылы сынақтан өтті. Барлық параметрлік деректер қалыпты таралу үшін

Стьюденттің t-тесті, сондай-ақ қалыпты емес таралу параметрлері үшін Манн-Уитни тесті арқылы салыстырылды. Пирсон корреляция коэффициенті айнымалылардың кез келген екі айнымалы ассоциациясын бағалады. Орташа мән ($SD \pm$) үздіксіз вариация үшін қолданылды, ал Ме медианасы және жоғарғы шегі (Q1) және төменгі шегі (Q4) бар квартиль аралық диапазон қолданылды. Сапалық деректерді сипаттау кезінде барлық іріктемедегі бақылаулардың пайыздық қатынасы мен пропорциялары пайдаланылды. $p \leq 0,05$ нәтижелер маңызды деп саналды; Екі белгі арасындағы корреляцияның бағыты мен күшін анықтау үшін Спирменнің дәрежелік корреляция әдісі қолданылды.

Зерттеу нысаны: мұрын пердесінің деформациясы бар науқастар

Зерттеу тақырыбы: мұрын қуысының аэродинамикалық сипаттамалары

Қосу критерийлері: кез келген нысандағы және локализациядағы мұрын пердесінің деформациясының болуы, пациенттің зерттеу жүргізуге келісімі, жасы 18 жастан асқан, пациентке бұрын мұрынмен тыныс алудың қиындауы бойынша операция жасамаған, электрондық тасымалдағышта (флэш-тасымалдағышта, виртуалды бұлт) 0,6 мм-ден аспайтын кесу қадамымен мұрын қуысының компьютерлік томографиясының болуы.

Алып тастау критерийлері: зерттеуге қатысудан бас тарту, пациенттен ақпараттандырылған келісімнің болмауы, 18 жасқа толмаған жас, жүктілік, мұрын клапанының патологиясының болуы, шұғыл науқастар, мұрын қуысына операция жасау тарихында болуы, мұрын қуысының неопластикалық процесі, ісінуді болдырмау үшін мұрын қуысы мен параназальды синустың шырышты қабығының қабынуы бар науқастар; электронды модельдеуге арналған файлдар (сапасыз, қалың тілімдер, т. б., т. б.)

Зерттеу кезеңдері

Зерттеу екі блоктан тұрды: 1. эксперименттік; 2. Клиникалық

1. Эксперименттік блок

Зерттеу Назарбаев университетінің техникалық зертханасында, Қазақстан және Үндістанның Мунжал университетінің биомедициналық зертханасында жүргізілді. Диссертацияның эксперименттік бөлімінде мұрын пердесінің қисаюы бар 60 пациенттің және 21 сау қатысушының мұрын қуысының ауа ағынын модельдеу нәтижелері салыстырылды. Виртуалды модельді алу үшін мұрын қуысының компьютерлік томографиясының суреттері және белсенді алдыңғы риноманометрия деректері қолданылады.

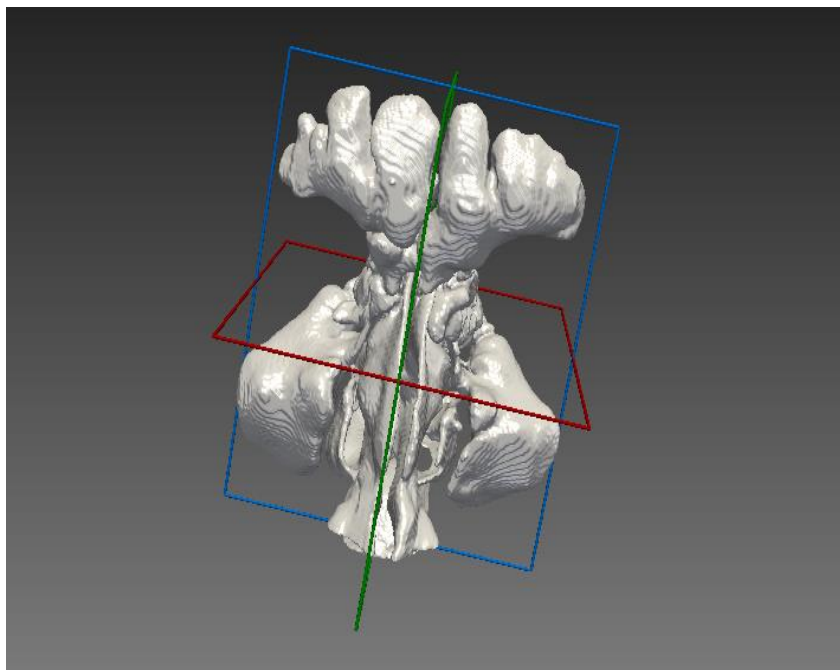
Mimics MEDICAL 22.0 (Leuven, Belgium), 3-matic Medical 14.0 (Leuven, Belgium, 2019), ANSYS Fluent 19.2 (ANSYS Inc., Canonsburg, PA) мұрынның ауа ағынының үш өлшемді виртуалды модельдері алынды. Ауа ағынын модельдеу екі кіріс жағдайында жүргізілді: біріншісі, стандартты mass flow rate деректерімен, бұл 250 см³/сек. Екінші шартты орындау үшін белсенді алдыңғы риноманометрия көмегімен алынған әр пациенттің ағынының көлемдік жылдамдығының дербес деректері қолданылды.

ANSYS Fluent 19 бағдарламасының визуалды қондырмалары арқылы алынған нәтижелерді бағалау үшін инженер мен дәрігер бірлесіп жұмыс істеді. Қалыпты және патологиялық мұрын тынысындағы ауа ағынының траекториялары бағаланды және ауа ағынының келесі функционалдық сипаттамалары бағаланды: ағым жылдамдығы, парциалды қысым, температура және мұрын қуысының қабырғаларына қысым 4 тәждік жазықтықта мұрынның әрбір жартысында 1. мұрынның оң және сол жақ жартысының кіреберісі; 2. Төменгі мұрын кеуелжігінің алдыңғы беті; 3. Ортаңғы мұрын кеуелжігінің ортаңғы сызығы; 4. Мұрын-жұтқыншақ.

Мұрынның ауа ағынын виртуалды модельдеу кезеңдері

1. Мұрын қуысының 3D моделін құру

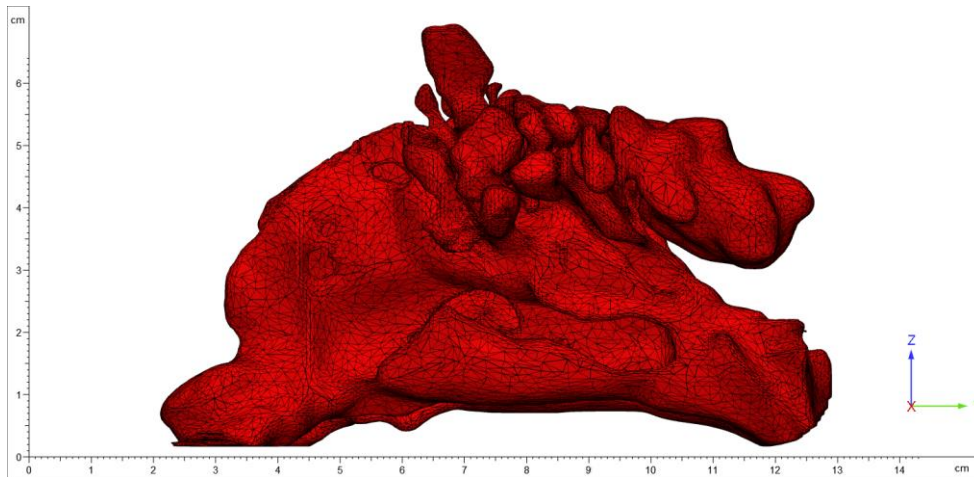
КТ сканерлеу деректерінен мұрын қуысы бетінің 3D үлгісі жасалды және Ansys Space Claim көмегімен 3D қатты моделін жасау үшін одан әрі өңделді.



1 сурет- Мұрын қуысының 3D моделі

2. Тор генерациясы

3D қатты моделі тетраэдрлік квадраттық тордың (Tet10) көмегімен дискреттелген. Тордың бөлінуі әртүрлі аймақтардағы ағынның өзгеруіне байланысты. Модельді дискреттеу үшін 4 894 368 элементтен тұратын өте жұқа тор жасалды.

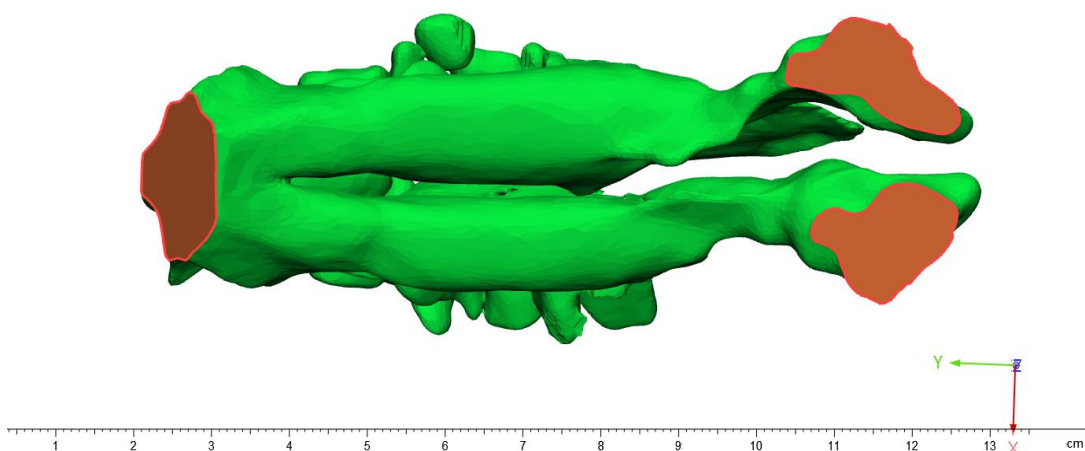


2-сурет - сагитальді проекциядағы мұрын қуысының үш өлшемді моделі, бетінде торлар орнатылған.

3. Шекаралық шарттарды орнату

Нақты тыныс алу процесіне жақын ауа ағынын модельдеу үшін қоршаған ортадағы және мұрын қуысындағы ауаның жай-күйі туралы бастапқы деректерді беретін шекаралық шарттар қажет.

Мұрын қуысының көлемді моделінің төменгі бөлігінде ауа ағынының массалық көлемінің шекаралық шартымен (белсенді алдыңғы риноманометрия бойынша) екі саңылау (мұрын тамбуры-кіру, мұрын-жұтқыншақ-шығу) бар. Кіріс атмосфералық қысымдағы қысымның кірісі ретінде анықталады (манометрлік қысым 0 Па). Мұрын қуысының қалған бөлігі жабыспайтын қабырға ретінде анықталады. Ауа ағынының түрі- ламинарлы типіне ауысатын турбулентті ағым типі.



3-сурет - мұрынның үш өлшемді моделі, астыңғы көрініс, мұрын кіреберісі және мұрын-жұтқыншақ аумағы сарғыш түспен боялған

Мұрын ауа ағынының виртуалды симуляциясы (CFD симуляциясы)

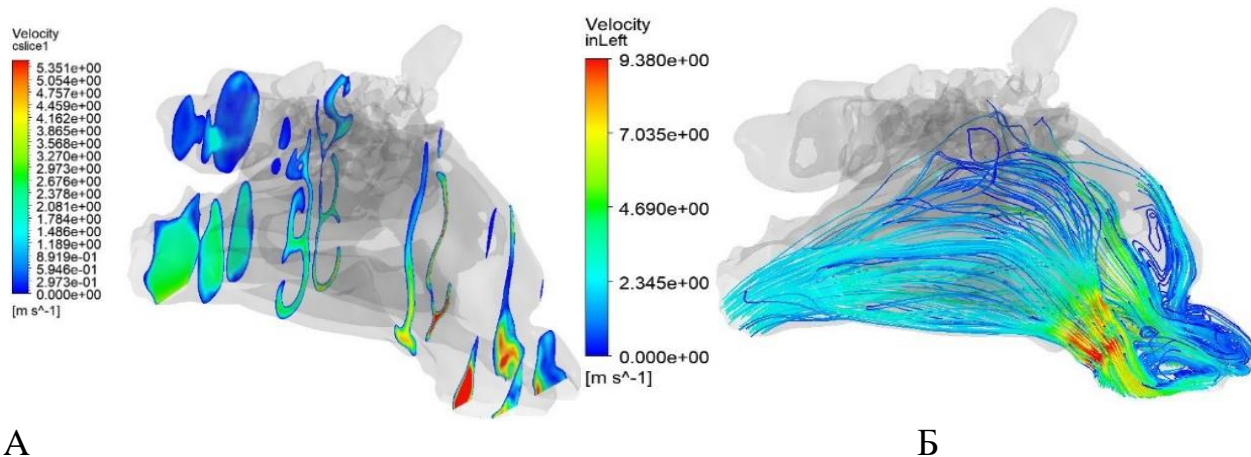
Квазистационарлық ауа ағынын есептеу үшін Navier-Stokes ағынын шешуші пайдаланылды (SST моделі, $k-\Omega$). Атмосфералық ауа үздіксіз көз ретінде пайдаланылды.

Теңдеулерді бір уақытта сандық шешу үшін қысым мен жылдамдыққа байланысты шешушіні қамтитын теңдеу схемасы жүзеге асырылды.

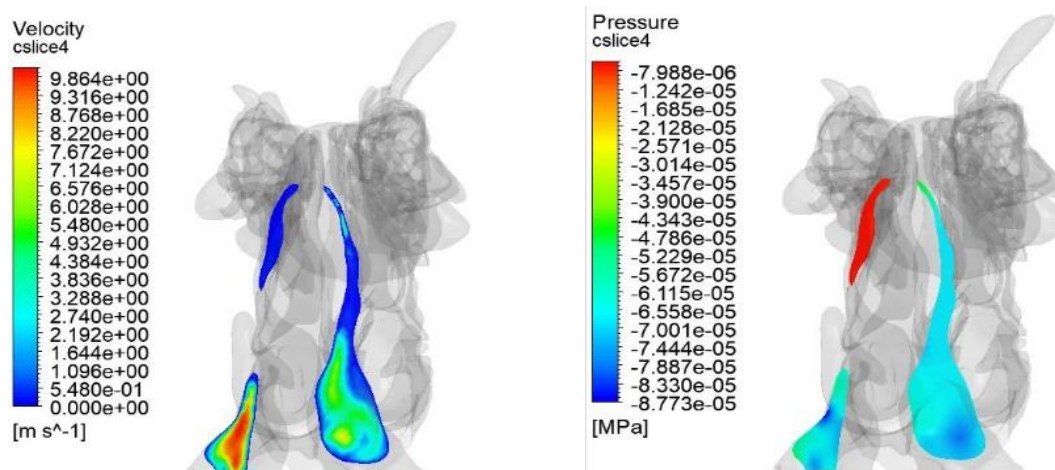
Мұрын қуысының астына перпендикуляр көлденең қиманың төрт жазықтықтағы (A) ауа ағыны зерттеу арқылы талданған корональды проекциядағы мұрынның әрбір жартысындағы ауа ағынының бағыты (B), ағынның жылдамдығы (C) және парциалды қысымы (D) және олардың бойлық таралуы (E, F) модельдеу нәтижелері Ansys Fluent 19.0 бағдарламалық құралында талданады.

Мұрын қабырғаларындағы температура мен қысым туралы деректерді алу үшін біз Ansys Fluent бағдарламалық құралының 19-нұсқасында Workbench қондырмаларын қолдандық.

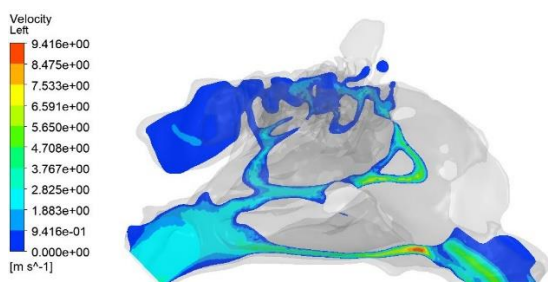
Деректерді визуализациялау:



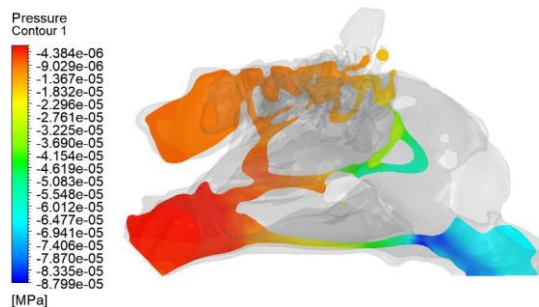
4-сурет - мұрын қуысының ауа ағынының виртуалды модельдері, төрт жазықтықтағы көлденең қимасы (A), ағын жолы (B)



В



Г



Д

Е

5-сурет - Корональды проекциядағы (С, D) және сагитальдык проекциядағы (Е, F) ағынның жылдамдығы мен парциалды қысымы

Мұрын қуысының ішіндегі ауа ағынының сипаттамалары туралы алынған мәліметтер мұрын қуысының ауа ағынының қалыпты және патологиялық бұзылуы туралы түсінікті қалыптастыру үшін қолданылады. Алынған критерийлер мұрын ағынының дисфункциясын бағалауда негізгі болуы мүмкін.

Клиникалық блок

Клиникалық бөлімдегі зерттеу Дүниежүзілік медицина қауымдастығының 18-ші Бас Ассамблеясында қабылданған Дүниежүзілік медицина қауымдастығының Хельсинки Декларациясымен реттелетін клиникалық зерттеулерді жүргізудің этикалық принциптеріне сәйкес жүргізілді, Хельсинки, Финляндия, 1964 жылғы маусым.

2019 жылдың қаңтарынан 2019 жылдың желтоқсан айына дейін Алматы қаласы, №5 қалалық ауруханасына жоспарлы түрде түскен 60 науқастың хирургиялық емінің нәтижелері бағаланды.

Ақпараттандырылған келісімді алғаннан кейін Қазақстан Республикасы Денсаулық сақтау министрлігінің емдеу хаттамаларына, сондай-ақ зерттеу мақсаттарына сәйкес профилактика, диагностика және емдеудің жалпы және арнайы процедураларының жоспары жүргізілді.

Бұл науқастар ҚР ДСМ РҚДП хаттамасы (23.06.2016 ж., No5 хаттама) «Мұрын пердесінің қисаюы» негізінде кешенді оториноларингологиялық тексеруден өтті.

Мұрынның тыныс алуын бағалаудың стандартталған әдістерінің нәтижелеріне (NOSE сауалнамасы, алдыңғы белсенді риноманометрия) және хирургиялық емдеуге дейін және одан кейінгі 90 күнде мұрын қуысының ауа ағынын виртуалды модельдеу нәтижелеріне салыстырмалы талдау жүргізілді. Виртуалды модельдеу әдісінің клиникалық және диагностикалық маңыздылығын анықтау үшін мұрын ағыны сипаттамаларының пациент сауалнамасының ұпайларымен корреляциясы (Спирман бойынша) бағаланды.

Қорғауға шығарылатын ережелер:

1. Мұрын қуысындағы ауа ағынын виртуалды модельдеу әдісі мұрынның тыныс алуын бағалауда объективті құрал болып табылады.
2. Мұрын қуысындағы қалыпты ауа ағынын және мұрын пердесінің деформациясы кезіндегі патологиялық ауа ағынының сипаттамасы анықталды.
3. Мұрын пердесінің деформациясы бар науқастарды хирургиялық емдеудің тиімділігін бағалаудағы ауа ағынының функционалдық сипаттамаларының рөлі белгіленді және дәлелденді.

Зерттеудің ғылыми жаңалығы келесі ережелермен анықталады

1. Компьютерлік технологияларды қолдану арқылы мұрынның тыныс алуы бұзылған науқастарды хирургиялық емдеуді оңтайландыру әдісі әзірленді (ҚР патенті, 20.11.2020 ж. № 34705).
2. Мұрын қуысындағы ауа ағынының функционалдық сипаттамаларының өзгеруіне негізделген мұрын пердесінің деформациясын хирургиялық емдеудің тиімділігін объективті бағалауда жаңа тәсіл қолданылды.
3. Нормадағы және мұрын пердесінің деформациясымен ауа ағынының функционалдық сипаттамаларының көрсеткіштері анықталды.
4. Мұрынның қарама-қарсы қабырғасымен жанасу дәрежесі бойынша мұрын пердесінің деформациясының бөлінуінің клиникалық маңызы анықталды.

Зерттеу нәтижелерінің теориялық маңыздылығы

Диссертациялық зерттеу барысында алынған нәтижелер қалыпты және патологиядағы мұрын қуысындағы ауа ағынының биофизикалық процестерін зерттеудің теориялық және әдіснамалық негіздерін дамытуға әсер етеді. Зерттеу барысында мұрын пердесі қисайған кезде мұрын қуысындағы температура режимі және де басқа ағым сипаттамалары жайында, перде қисықтығының орналасуының ауа ағынының әртүрлі параметрлеріне әсері туралы жаңа білім алынды. Диссертациялық зерттеудің нәтижелері жаңа зерттеу міндеттерін қоюға негіз бола алады: мұрын қуысының әртүрлі патологияларында ауа ағындарын модельдеу үшін CFD әдісін әзірлеу.

Зерттеу нәтижелерінің практикалық мәні

1. Диссертациялық зерттеу барысында алынған нәтижелер мұрын қуысының қызметін объективті бағалауда жаңа көзқарасты қалыптастыру тұрғысынан маңызды.
2. Ұсынылған мұрын қуысын виртуалды модельдеу әдісі мұрын пердесінің ауытқуы бар науқастарды хирургиялық ем нәтижелерін бағалауда тиімділігін дәлелдеді және амбулаторлық және стационарлық деңгейде оториноларингологтың клиникалық тәжірибесінде ұсынылады.
3. Мұрын пердесінің деформациясы кезінде анықталған ауа ағынының бұзылу дәрежесі операцияға дейінгі кезеңде науқастарды таңдаудың негізгі критерийі болуы мүмкін.

4. Виртуалды модельдеу әдісін жүргізудің әзірленген алгоритмін адам ағзасын модельдеу үшін негіз ретінде сәйкес мамандықтардың инженерлері пайдалана алады.

5. Қорытындылар, ұсыныстар мен ғылыми-тәжірибелік ұсынымдар мұрын тыныс алу бұзылыстары бар науқастарды басқару тактикасына қатысты Денсаулық сақтау министрлігінің стратегияларын, бағдарламаларын, тұжырымдамалары мен даму жоспарларын іске асыру, әзірлеу және жетілдіру кезінде амбулаторлық және стационарлық деңгейде ескерілуі және пайдаланылуы мүмкін.

6. Диссертациялық жұмыста қамтылған материалдар оқу процесінде келесі мамандықтар бойынша мамандарды даярлауда пайдаланылуы мүмкін: оториноларингология, радиология, қоғамдық денсаулық сақтау.

Автордың жеке үлесі

Ұсынылған жұмыс Сагандыкова Назым Слямовнаның авторлық еңбегі болып табылады, онда зерттеудің барлық кезеңдері, дизайны дербес жоспарланған, сондай-ақ мұқият әдеби талдау жүргізілген. Автор зерттеуге дайындық, деректерді жинау, деректерді талдау, жобалау жұмыстарын жүргізді.

Жұмыс нәтижесінде автор мұрынның тыныс алу сапасын объективті бағалау үшін мұрынның ауа ағындарын виртуалды модельдеу әдісін әзірледі, бұл қорғау құжаттарымен расталады (20.11.2020 жылғы № 34705 өнертабысқа Патент "мұрынның тыныс алуы бұзылған науқастарда хирургиялық емдеуді оңтайландыру тәсілі")

Мұрынның тыныс алуын объективті бағалаудың ұсынылған әдісі және жұмыс алгоритмі Алматы қаласының «№5 қалалық ауруханасында клиникалық қызметіне енгізілді («Компьютерлік симуляцияны қолдану арқылы мұрын тыныс алу бұзылыстары бар науқастарда хирургиялық емдеуді оңтайландыру») 13.06.22 ж.

Қорытындылар

1. Мұрын қуысындағы ауа ағынын виртуалды модельдеу әдісі үш өлшемді модельдеу және ауа ағынының бастапқы физикалық деректері негізінде ауа ағынының функционалдық сипаттамалары мен траекториясын бағалауға мүмкіндік береді.

2. Сау қатысушыларда келесі мұрын ауа ағынының көрсеткіштері анықталды: ағым жылдамдығы 1,50-1,89 м/с, парциалды қысым 2,70-3,70 Па, ағын температурасы 21,20-23,01 С, қысым күші 0,60-1,00 Ра; ағыс жылдамдығы 1,90-8,66 м/с, парциалды қысым -0,01- (-82,65) Па, ағын температурасы 23,02-33,60 С, мұрын қабырғаларына қысым күші 1,02-6,10 Ра мұрын пердесінің деформациясы бар науқастарда анықталды.

3. Мұрын қуысының алдыңғы бөлімінде орналасқан деформациясы бар науқастардың ауа ағынының сипаттамалары артқы бөлімде орналасқан деформациясы бар науқастардан ерекшеленбейді ($p > 0,05$). Мұрын пердесінің қисық бөлігі мұрынның қарама-қарсы қабырғасына дейін жеткен науқастардығы ағым жылдамдығы, күші және парциалды қысымы мұрынның қарама-қарсы

қабырғасына жетпейтін деформациясы бар науқастардан статистикалық маңызды айырмашылық анықталды ($p < 0,05$).

4. Мұрын пердесінің деформациясын хирургиялық емдеуден кейін мұрын қабырғаларына қысымның жылдамдығы, температурасы, парциалды қысымы және күші сау қатысушылардың мұрын қуысының ауа ағынының мәндеріне өзгерді ($p < 0,0001$).

5. Басқа стандартты объективті бағалау әдістерімен салыстырғанда ($r=0,19-0,25$) науқастардың сауалнамасының ұпайлары және жылдамдық, температура, мұрын қабырғаларына қысым күші, мұрын қуысының ауа ағынының парциалды қысымы арасында жоғары оң корреляция ($r=0,98$) анықталды.

Диссертацияны апробациялау

Диссертацияның негізгі ережелері КазМУНО Оториноларингология кафедрасының және Назарбаев Университетінің аэроғарыштық инженерия департаментінің ғылыми-практикалық семинарлары мен жиналыстарында талқыланды.

Диссертациялық зерттеудің нәтижелері мен қорытындылары келесі платформаларда баяндалды және ұсынылды:

IX "Medicine pressing Questions" халықаралық ғылыми-практикалық конференциясы (6-8 мамыр 2020, Баку, Әзірбайжан)

Ресей Оториноларингологтарының Ұлттық медициналық қауымдастығының III Бүкілресейлік Конгресі (20-22 қараша 2019, Нижний Новгород, Ресей)

Жас ғалымдар мен студенттердің "Апсатар оқулары:" 21 ғасырдағы ғылымдағы жаңа векторлар: сұрақтар, гипотезалар, жауаптар "халықаралық конференциясында", 15 мамыр 2020 ж., Алматы, Қазақстан

"Қазақстан Республикасындағы үздіксіз білім беру" ҰБТ-да "шұғыл Медицина: білім, ғылым және клиникалық практика" халықаралық конгресінде (24-25 қазан, 2019 жыл, Алматы, Қазақстан)

Диссертация тақырыбы бойынша жарияланымдар

Диссертация материалдары бойынша 11 баспа жұмысы жарияланды, оның ішінде:

1. Scopus дерекқорымен индекстелген журналдағы ғылыми жарияланым –"Биомеханикадағы және биомедициналық инженериядағы компьютерлік әдістер", Cite score - 3.4, процентиль-68, Q2, "Patient-specific CFD simulation of Aerodynamics for Nasal Pathology: combined Computational and experimental study";

2. Ғылым және жоғары білім министрлігінің Білім және ғылым саласындағы бақылауды қамтамасыз ету комитеті ұсынған журналдарда (3 мақала);

3. 5 халықаралық және республикалық ғылыми-практикалық конференция материалдарында;

4. 20.11.2020 жылғы №34705 "Мұрынмен тыныс алуы бұзылған пациенттерде хирургиялық емдеуді оңтайландыру тәсілі" өнертабысына Патент;

5. 13.06.22 "Компьютерлік модельдеу көмегімен мұрын тыныс алуы бұзылған пациенттерде хирургиялық емдеуді оңтайландыру" №5 қалалық аурухана клиникалық жұмысына енгізілген акт;

Диссертацияның көлемі мен құрылымы

Диссертация машинкамен басылған 110 парақта ұсынылған және нормативтік сілтемелерден, анықтамалардан, қысқартулар мен белгілеулер тізімінен, кіріспеден, әдебиеттерге шолудан, материалдар мен әдістердің сипаттамасынан, өз зерттеулерінің нәтижелерінен, қорытындыдан, оның ішінде қорытындылардан, практикалық ұсыныстар мен әдебиеттер тізімі. Жұмыс 34 сурет пен 21 кестемен көркемделген. Библиографиялық көрсеткіш 165 дереккөзді қамтиды.