



## АМЬСГАЛЫН АППАРАТЫН АШИГЛАЛТЫН ЯВЦАД ТУЛГАМДАЖ БУЙ ХЭМЖИЛ ЗҮЙН СУДАЛГАА

### СУДАЛГААНЫ БАГ

- |               |                         |
|---------------|-------------------------|
| С. ЭРДЭНЭТУЯА | (Доктор, дэд профессор) |
| Д. ПҮРЭВДАШ   | (Доктор, дэд профессор) |
| Р. ЭНХСҮРЭН   | (ЭЭХХЗА-ны мэргэжилтэн) |

## Хураангуй

2020 онд шалгалт тохируулгад хамрагдсан 22 эрүүл мэндийн байгууллагад ашиглагдаж байгаа 103 амьсгалын аппаратад *Fluke Biomedical* компанийн *VT Plus HF* загварын хийн анализатораар хийсэн хэмжилтийн үр дүнгээр 45 аппарат нь шалгалт тохируулгад тэнцээгүй амьсгалын аппаратын үл тэнцлийн гэмтэл саатлын судалгаа хийж, үнэлэлт, дүгнэлт өгч, тулгарч буй асуудлыг шийдвэрлэх арга замыг тодорхойлов.

## Түлхүүр үг

Хэмжилт, шалгалт тохируулга, үл тэнцэл

## Оршил

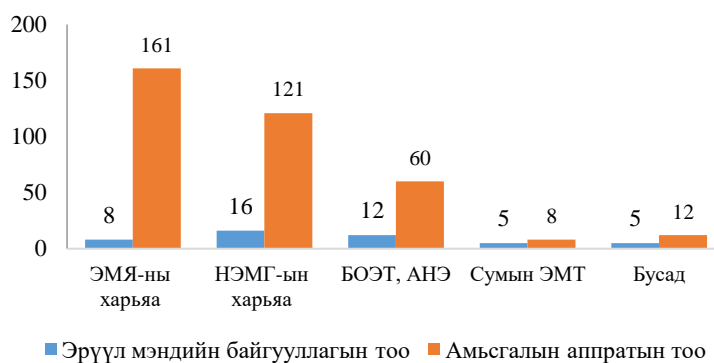
Амьсгалын аппарат нь хүчилтөрөгчийг уушгинд нэвтрүүлж, нүүрстөрөгчийн давхар ислийг биеэс гадагшлуулж, бие даан амьсгалах чадваргүй болон цочмог, цочмог бус амьсгалын эмгэгтэй өвчтөнд амьсгалын дэмжлэг үзүүлдэг. Тус аппарат нь өвчтөнд өгөх ба хүлээн авах хийн хуваарилалтын хэсэг, хянах самбар, амьсгалын параметруудийг тохируулах хэсэг, нөөц батарей, агаарын компрессороос бүрдэнэ [1].

Сүүлийн жилүүдэд эмнэлгийн тоног төхөөрөмжийн чиглэлээр ихээхэн хөрөнгө оруулалт хийгдэж байгаа хэдий ч тоног төхөөрөмжийн чанар, аюулгүй байдал болон хэвийн үйл ажиллагааг ханган ажиллах асуудал орхигдоод байна. Иймд тусгай зориулалтын хэмжлийн симулятор, анализатораар эмнэлгийн тоног төхөөрөмжийн хэмжил зүйн үзүүлэлт тус бүрийг Эрүүл мэндийн сайдын 2018 оны А/345 дугаар тушаалын нэгдүгээр хавсралтаар батлагдсан арга аргачлалын дагуу хэмжилт хийж, шаардлагад нийцэж байгаа эсэхийг үнэлэх шаардлагатай байна [2].

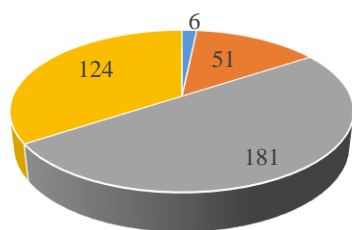
Амьсгалын аппарат нь эрчимт эмчилгээ, сэхээн амьдруулах үйл ажиллагааны чухал тоног төхөөрөмж бөгөөд хэвийн найдвартай үйл ажиллагааг тогтмол хянах нь амь тэнсэн үеийн эрсдэлийг бууруулах чухал үзүүлэлт болдог тул тогтмол хугацаанд шалгалт тохируулгад хамруулж, тэнцээгүй амьсгалын аппаратын үр дүнд шинжилгээ хийн үнэлэлт, дүгнэлт өгч, гарч буй асуудлыг шийдвэрлэх арга замыг тодорхойлох нь чухал юм.

### 1. Амьсгалын аппаратын ашиглалтын өнөөгийн байдал

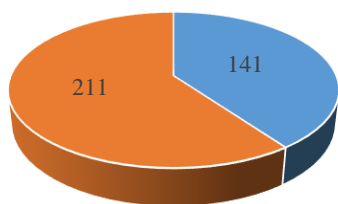
Судалгаанд нийт 46 эрүүл мэндийн байгууллагад ашиглагдаж байгаа 362 амьсгалын аппарат хамрагдсан. Эрүүл мэндийн байгууллагад ашиглагдаж байгаа буй амьсгалын аппаратын ашиглалтын байдалд дүн шинжилгээ хийв. Амьсгалын аппаратын ашиглалтын байдлыг судалгаанд хамрагдсан эрүүл мэндийн байгууллагын бүтцээр ангилан зураг 1-д харуулав.



**Зураг 1. Эрүүл мэндийн байгууллагуудад ашиглагдаж байгаа амьсгалын аппарат**



■ 2000-2005 он ■ 2006-2010 он  
■ 2011-2015 он ■ 2016-2020 он



■ Ашиглалтын хугацаа дууссан  
■ Ашиглалтын хугацаа дуусаагүй

**Зураг 2. Амьсгалын аппаратын үйлдвэрлэсэн он**

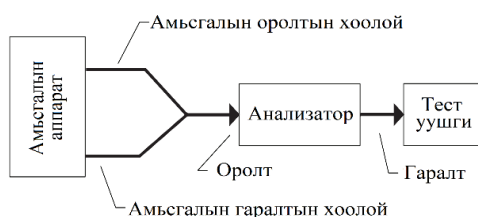
**Зураг 3. Амьсгалын аппаратыг ашиглалтын хугацаагаар ангилсан байдал**

Зураг 2, 3-т амьсгалын аппаратыг үйлдвэрлэсэн оноор ангилж харуулсан ба 2000-2005 онд 2%, 2006-2010 онд 14%, 2011-2015 онд 50%, 2016-2020 онд 34% байна. Үүнээс харахад сүүлийн жилүүдэд эрүүл мэндийн салбарт технологийн

шинэчлэл ихээхэн хийгдэж байна. Мөн эмнэлгийн тоног төхөөрөмжийн насжилтыг ерөнхийд нь 10 жилээр тооцвол ашиглагдаж байгаа нийт амьсгалын аппаратын 40% нь ашиглалтын хугацаа дууссан байв.

## 2. Амьсгалын аппаратын хэмжил зүйн үл тэнцлийн гэмтэл саатлын судалгаа

Судалгаанд төрийн өмчийн болон хувийн хэвшлийн 23 эрүүл мэндийн байгууллагад ашиглагдаж байгаа нийт 103 амьсгалын аппаратад Fluke Biomedical компанийн VT Plus HF загварын хийн анализатораар шалгалт тохируулга хийсэн.



**Зураг 4. Амьсгалын аппаратын холбох схем**

Амьсгалын аппаратын үзүүлэлтүүдийг хэмжихдээ зураг 3-т харуулсан холболтын схемийн дагуу анализатортай холбоно. Эрүүл мэндийн сайдын 2018 оны А/345 дугаар тушаалын нэгдүгээр хавсралт дах амьсгалын аппаратад шалгалт тохируулга хийх арга аргачлалын дагуу хийж гүйцэтгэсэн [2, 3].

Шалгалт тохируулгад 45 амьсгалын аппаратад тэнцээгүй байна. Шалгалт тохируулгын үл нийцсэн хэмжлийн утгууд нь аппарат тус бүрд өөр өөр байв. Хэмжлийн утгуудаар нь ангилбал хүчилтөрөгчийн хэмжээ 19, уушгинд очих хийн эзлэхүүн 37, амьсгалын тоо 10, амьсгал авалтын хугацаа 11, амьсгалын замд үлдэх эерэг даралт 11, амьсгалын хамгийн их даралт 14, гэмтэлтэй 3 (зураг 5) байна.



**Зураг 5. Амьсгалын аппаратыг шалгалт тохируулгад тэнцээгүй буюу үл нийцэл**

Нийт хэмжлийн үзүүлэлтүүдээс уушгин дах хийн эзлэхүүн, амьсгалын хамгийн их даралтыг авч үзэв. Учир нь эдгээр үзүүлэлтүүд нь эмчийн тохируулсан хэмжээнээс зөрүүтэй байх нь өвчтөний биед сөрөг нөлөө үзүүлэх эрсдэл дагуулдаг [4]. Хэмжлийн зөвшөөрөгдсөн алдааны утга болон шалгалт тохируулгад үл нийцсэн хамгийн дээд, доод утгуудыг үзүүлэлт тус бүрээр хүснэгт 1-д харьцуулав.

**Хүснэгт 1. Уушгин дах хийн эзлэхүүн болон амьсгалын хамгийн их даралтын хэмжлийн үр дүн**

Үзүүлэлт ийн нэр	Уушгин дах хийн эзлэхүүн (мл) / $\pm 10$ /		
	Хэмжих утга	500	400
Хэмжсэн хамгийн их утга	1013. 29	682	579
Хэмжсэн хамгийн бага утга	99.6	74	49
Үзүүлэлт ийн нэр	Амьсгалын хамгийн их даралт (см H <sub>2</sub> O) / $\pm 2$ /		
	Хэмжих утга	10	20
Хэмжсэн хамгийн их утга	14.92	24.7	41.31
Хэмжсэн хамгийн бага утга	3	7	2

Хүснэгт 1-ээс амьсгалын хамгийн их даралтын утгын хэмжээг 30 см H<sub>2</sub>O дээр тохируулсан үед хэмжихэд зөвшөөрөгдсөн алдааны утга нь  $\pm 2$  см H<sub>2</sub>O, 28-32 см H<sub>2</sub>O хооронд байгаа нь аппаратын үйл ажиллагаа хэвийн гэсэн үг юм [2, 3]. Гэхдээ

амьсгалын хамгийн их даралтын шалгалт тохируулгад тэнцээгүй 14 амьсгалын аппаратын хэмжлийн үр дүнгээс харахад хамгийн их утга нь 41.31 см H<sub>2</sub>O, хамгийн бага утга нь 2 см H<sub>2</sub>O байгаа нь эдгээр аппаратууд зөвшөөрөгдсөн даралтаар уушгины багтаамжийг шаардлагатай хэмжээгээр хангахгүй байх эрсдэлтэй байна.

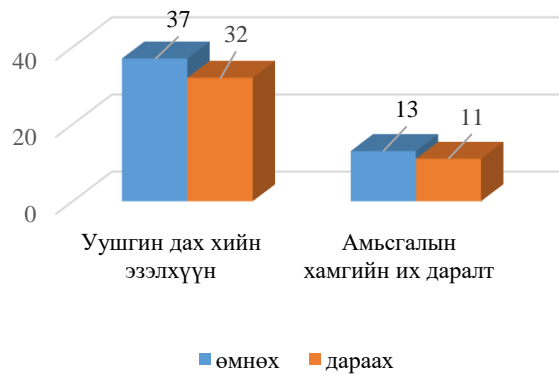
## 2.1 Үл тэнцлийн гэмтлийн залруулга

Амьсгалын аппаратын болон хүчилтөрөгч, урсгал мэдрэгчүүдийг үйлдвэрлэгчээс тогтоосон тогтмол хугацаанд, эсвэл гэмтсэн тохиолдолд жилд 1-2 удаа солих хэрэгтэй байдаг [4, 5]. Гэхдээ мэдрэгч нь хэд хэдэн шалтгааны улмаас өндөр өртөгтэй байдаг нь хүндрэл үүсдэг. Шалгалт тохируулгад тэнцээгүй 5 амьсгалын аппаратын урсгал болон хүчилтөрөгчийн мэдрэгчийг сольсны дараа гарсан хэмжлийн өөрчлөлтийг өмнөх хэмжилттэй (хүснэгт 2) харьцуулав.

Хүснэгт 2 . Хэмжлийн өмнөх болон дараах үр дүн

№	Үйлдвэрлэгч	Марк модель	Уушгинд очих хийн эзлэхүүн		
			500	400	300
1	Heyer Medical AG	iTernis Base	385.65	295.96	246.52
			487.65	381.15	291.7
2	Mekics Co.,Ltd	MV2000	610.39	489.32	351.65
			541.87	430.15	321.89
3	Mekics Co.,Ltd	MV2000	706.1	551.52	412.45
			533	423.65	315.8
4	Mekics Co.,Ltd	MV2000	704.01	535.45	402.04
			544	439.1	329.8
5	Mekics Co.,Ltd	MV2000	632.39	526.5	381.12
			510.65	409.8	310.78

Хүснэгтээс харахад хүчилтөрөгч, урсгал мэдрэгчийг сольсны дараа хэмжлийн утгууд нь зөвшөөрөгдсөн хэмжээнд хүрч амьсгалын аппаратын үйл ажиллагаа хэвийн байгааг харуулж байна. Хэрэв хүчилтөрөгч, урсгал мэдрэгчийг сольсноор хэмжилтийн үр дүн өөрчлөгдөөгүй бол үйлдвэрлэгч байгууллагаас зөвлөгөө авч засвар үйлчилгээ хийх шаардлагатай.



**Зураг 6. Хүчилтөрөгчийн болон урсгалын мэдрэгч солихын өмнөх болон дараах шалгалт тохируулгын хэмжлийн үр дүнгийн харьцаа**

Шалгалт тохируулгын үр дүнгээс харахад үл нийцсэн 45 амьсгалын аппаратуудын 37 нь буюу 82.2% нь уушгин дах хийн эзлэхүүний алдаатай, 13 нь буюу 28.8% нь амьсгалын хамгийн их даралтын утгын зөрүүтэй байсан. Амьсгалын аппаратын хүчилтөрөгч, урсгалын мэдрэгчийг сольсны дараах дахин хэмжилтээр уушгин дах хийн эзлэхүүний алдаатай байсан амьсгалын аппаратуудын тоо 32 буюу 71.1% болж 11.1%-иар, амьсгалын хамгийн их даралтын хэмжээ алдаатай байсан аппаратуудын тоо 11 буюу 24.4% болж 4.4%-иар сайжирсан үзүүлэлтүүд тус тус гарсан байв. Мөн судалгаанд хамрагдсан 45 амьсгалын аппаратын 2 нь агаар, хүчилтөрөгчийн даралтын алдаа зааж ажиллахгүй байсан бөгөөд нийт гэмтлийн 67%-ийг эзэлж байсан. Иймд хүчилтөрөгчийн шугам хоолойн битүүмжийг шалган хүчилтөрөгчийн манометрийг сольж, хүчилтөрөгчийн даралтыг хэвийн болгосон. Мөн агаарын компрессорын гэмтлийг оношлон, тэжээлийн блокийг сольж хэвийн ажиллагаанд оруулсан. Үүнээс харахад амьсгалын аппаратын бэлэн байдлыг ханган ажиллахад хүчилтөрөгчийн хийн систем, агаарын компрессорын хэвийн үйл ажиллагаанд чухал юм [6].

Үл тэнцлийн гэмтэл, саатлыг бууруулах чиглэлээр дараах арга хэмжээг авахыг зөвлөж байна. Үүнд:

1. Урьдчилан сэргийлэх үзлэг, техник үйлчилгээг тогтмол хугацаанд хийж гүйцэтгэх.
2. Шаардлагатай сэлбэг хэрэгслийг үйлдвэрийн заасан хугацаанд солих.
3. Хэвийн ажиллагаанд хяналт тавих зорилгоор тогтмол хугацаанд шалгалт тохируулгад хамруулах.
4. Хэрэв шалгалт тохируулгад тэнцээгүй тохиолдолд яаралтай арга хэмжээ авч ханган нийлүүлэгч байгууллагатай хамтран ажиллаж заавар зөвлөгөө авах.
5. Шалгалт тохируулгын дараах засвар тохируулгын мэргэжлийн багийг бүрдүүлэх эрх зүйн орчинг бүрдүүлэн чадавхижуулах.

### **Дүгнэлт**

Амьсгалын аппаратад Fluke Biomedical компанийн VT Plus HF загварын хийн анализатораар хийсэн хэмжилтийн үр дүнгээс амьсгалын аппаратын үл тэнцлийн гэмтэл саатлын судалгаа хийж, үнэлэлт, дүгнэлт өгөв.

Судалгаанд амьсгалын аппаратын нийт 6 бүлэг 21 хэмжлийн үзүүлэлтүүдээс уушгин дах хийн эзлэхүүний утга, амьсгалын хамгийн их даралтын утгуудыг авч үзэв. Шалгалт тохируулгын үр дүнд илэрсэн алдааг залруулж, дахин хэмжилт хийснээр хэвийн үйл ажиллагаагаар хангагдаж байгааг хэмжилт, туршилтаар тодорхойлсон. Үүнд: уушгин дах хийн эзлэхүүний үзүүлэлт нь хэвийн болсон 5, амьсгалын хийн хамгийн их даралтын үзүүлэлт хэвийн болсон 2 байна. Нийт тэнцээгүй аппаратуудын үйл ажиллагаа үзүүлэлт тус бүрээр 11.1% болон 4.4%-иар буурсан

байна. Амьсгалын аппаратуудын техник үйлчилгээ, засвар үйлчилгээг тогтмол хийх, бэлэн байдлыг шалгах нь аппаратын хэвийн найдвартай үйл ажиллагааг хангахад чухал нөлөө үзүүлдэг болох нь дээрх судалгааны үр дүнгээс харагдаж байна.

### Ашигласан ном, хэвлэл

- [1] Д.Пүрэвдаш “Клиникийн тоног төхөөрөмжүүд” Улаанбаатар хот, 2020.
- [2] Эрүүл мэндийн сайдын 2018 оны А/345 дугаар тушаалын нэгдүгээр хавсралтаар батлагдсан амьсгалын аппаратад шалгалт тохируулга хийх арга аргачлал
- [3] ISO 80601-2-12:2015 Эмнэлгийн цахилгаан тоног төхөөрөмж – Хэсэг 2-12: олон Амьсгалын аппаратын ерөнхий болон аюулгүй ажиллагаанд тавигдах шаардлагын стандарт
- [4] Aissam Lyazidi 1, Arnaud W Thille, Guillaume Carteaux, Fabrice Galia, Laurent Brochard, Jean-Christophe M Richard “Bench test evaluation of volume delivered by modern ICU ventilators during volume-controlled ventilation” France, 2010
- [5] Saudi J Anaesth “An unusual cause with a simple solution for failure of oxygen sensor in a Dräger Fabius GS ventilator” India, 2014
- [6] Amit Lehavi, David Yona, Ghantous Costandi, Avi Weissman and Yeshayahu (Shai) Katz “Erroneous tidal volume measurement due to malfunctioned spirollog flow sensor” United Kingdom, 2015
- [7] Manoj Kumar “Power and gas supply requirements for mechanical ventilators” India, 2019

### Зохиогчийн тухай:

1. **Р.Энхсүрэн** нь Монгол улсын Шинжлэх ухаан, технологийн их Сургуулийн Эрчим хүчний сургуулийг Эмнэлгийн тоног төхөөрөмжийн ашиглалтын инженерийн ангийн бакалаврын зэрэгтэй 2011 онд төгссөн. Одоо Эрүүл мэндийн хөгжлийн төвийн Эм, эмнэлгийн тоног төхөөрөмжийн албаны мэргэжилтнээр ажилладаг. Эрүүл мэндийн салбарын эмнэлгийн тоног төхөөрөмжийн хэмжил зүйн чиглэлээр судалгааны ажил хийж байна. Эрүүл мэндийн хөгжлийн төвийн Эм, эмнэлгийн тоног төхөөрөмжийн албаны дэргэдэх Эмнэлгийн тоног төхөөрөмжийн лабораторийн хэмжлийн анализаторыг ашиглав.

2. **С.Эрдэнэтуяа** нь ОХУ-ын Новосибирск хотын НЭТИ-НГТУ сургуулийг Информационно-измерительная техника мэргэжлээр төгссөн. “Зүрхний биоцахилгаан бичлэгийн багажийн хэвийн ажиллагааны хяналтыг сайжруулах зарим асуудал” сэдвээр (Ph.D) докторын зэрэг хамгаалсан. Дэд профессор цолтой, одоо ШУТИС-ийн ЭХС-ийн сургуульд био технологи, цахилгаан хэмжлийн чиглэлээр судалгаа шинжилгээний ажил хийж байна.

3. **Д.Пүрэвдаш** нь ТИС Эрчим хүчний инженерийн сургуулийг “Цахилгаан системийн автоматжуулалт” инженер мэргэжлээр төгссөн. “Цахилгаан энергийн чанар, дээд гармоникийн агууламжийн судалгаа” сэдвээр Техникийн ухааны доктор (Ph.D)-ын зэрэг хамгаалсан. ШУТИС-ийн ЭХС-д 1998 оноос өнөөг хүртэл Эмнэлгийн тоног төхөөрөмжийн ашиглалтын инженер мэргэжлийн багшаар ажиллаж байна. Эмнэлгийн тоног төхөөрөмжийн хэвийн үйл ажиллагааг дээшлүүлэх, нам хүчдэлийн цахилгаан энергийн чанар, нам хүчдлийн газардуулга, спектр анализ, супер конденсатор, аккумулятор хоёрын ажиллагааны хослолын оновчлол зэрэг чиглэлээр судалгаа шинжилгээний ажил хийж байна.