

1-АЯ КАФЕДРА ВНУТРЕННИХ БОЛЕЗНЕЙ

# РОЛЬ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ДИАГНОСТИКИ В ВЫЯВЛЕНИИ ДИСФУНКЦИИ ДЫХАТЕЛЬНЫХ МЫШЦ

КРУМКАЧЕВА А.Ю., АЛЕКСЕЙЧИК С.Е.



# АКТУАЛЬНОСТЬ

- Патология мышц достаточно часто встречается в практике врача. Это могут быть и воспалительные заболевания при диффузных болезнях соединительной ткани, и токсическое поражение мышц у людей с онкологическими и гематологическими заболеваниями, и миопатический синдром на фоне нейропатий и т.д.
- В последние годы в пульмонологии и в профпатологии также уделяют внимание диагностике патологии дыхательных мышц, и всё большее значение приобретает ультразвуковое исследование.
- Данный метод диагностики вызывает интерес, так как далеко не всегда оправданно и возможно, особенно в динамике, проведение инвазивных исследований (например, игольчатой электронейромиографии или биопсия) или лучевых методов диагностики (компьютерной томографии, рентгенографии).

## • ПРЕИМУЩЕСТВА УЛЬТРАЗВУКОВОГО ИССЛЕДОВАНИЯ:

- ✓ не является инвазивным,
- ✓ отсутствует радиационный эффект
- ✓ не является материально затратным методом
- ✓ является безопасным методом диагностики, позволяющим получить важную информацию как о структуре, так и о функции мышцы
- ✓ методика является простой, хорошо воспроизводимой и может быть использована при динамическом наблюдении за пациентом



# ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ:

- Оценка диагностических возможностей ультразвуковой диагностики в выявлении дисфункции дыхательных мышц у пациентов с профессиональной патологией органов дыхания



# МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ.

- В исследование включены:

1. пациенты с профессиональными заболеваниями органов дыхания (ПЗОД):

- ✓ профессиональной ХОБЛ (ПХОБЛ) ,n=40,
- ✓ хроническим профессиональным бронхитом (ХПБ), n=32,
- ✓ пневмокониозом (Пн), n=29,

находившиеся на лечении в отделении аллергологии и профпатологии 10-ой городской клинической больницы г. Минска,

2. здоровые лица (сотрудники литейных и других цехов ОАО «Минский тракторный завод», n=25).



# МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ.

Средний возраст пациентов по группам заболеваний составил:

ПХОБЛ – 60,0 [55,0; 61,0] лет,

ХПБ – 58,0±4,3лет,

Пн – 57,8±11,0 лет;

группа сравнения – 53,0 [48,0; 57,0] лет.

Наблюдаемые различия по возрасту были статистически значимы ( $H=12,87$ ;  $p=0,005$ ).

Гендерные отличия во всех группах были несущественные ( $\chi^2=3,21$ ;  $p=0,36$ ).



# МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ.

Полный клинический осмотр пациентов с ПЗОД включал:

- сбор жалоб и данных анамнеза,
- объективный осмотр исследуемых,
- измерение антропометрических показателей: окружностей грудной клетки на вдохе и выдохе (ОГКвд и ОГКвыд), окружностей талии (ОТ), бёдер (ОБ), бицепса (ОБц), запястья (ОЗ), расчёт индекса массы тела (ИМТ).
- лабораторно-инструментальные методы (включая ,ультразвуковое исследование дыхательных мышц, рентгенографию органов грудной клетки, функцию внешнего дыхания (ФВД)), исследование силы дыхательных мышц (ДМ))



# МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ.

- Ультразвуковое (УЗ) сканирование дыхательных мышц проводилось на аппарате HONDA Electronics HS-2000 линейным датчиком на рабочей частоте 7,5 МГц, на глубине до 3,5–4,0 см по стандартной методике в В-режиме.
- Исследование проводили в положении лежа на спине с вытянутыми вдоль туловища руками (изучение передней брюшной, наружной и внутренней косых мышц) и в положении сидя (изучение наружных межрёберных и грудино-ключично-сосцевидной мышц).
- Линейный датчик устанавливали в передней продольной позиции в проекции изучаемых мышц.
- Все измерения также проводились и на контралатеральной стороне.



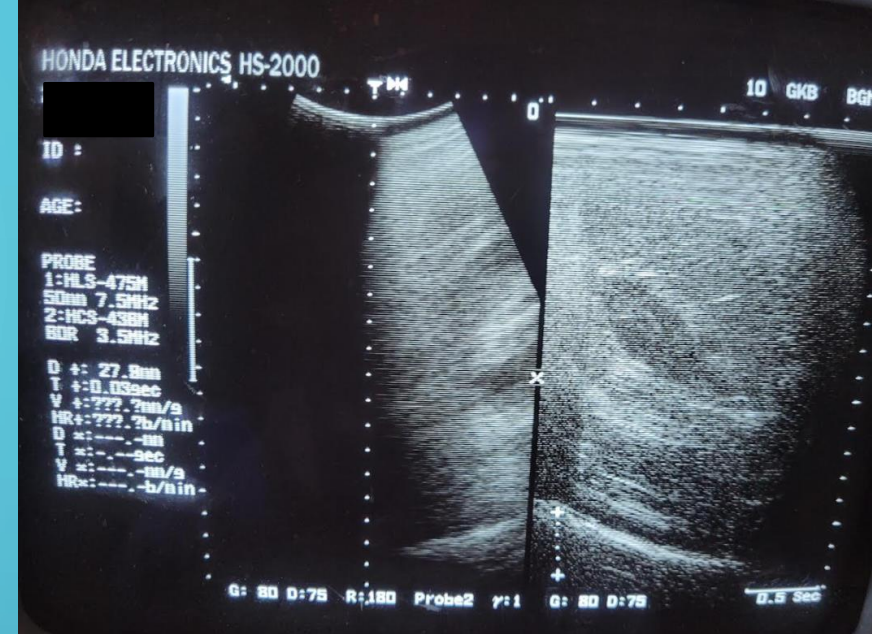
# МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ.

- В В-режиме дыхательная мускулатура оценивалась на основе данных гистограммы, изучались денситометрические индексы:
- Индекс гомогенности мышцы  $N_{\text{most}}/N_{\text{-all}}$  ( $N_{\text{m}}/N_{\text{a}}$ ), характеризующий степень гомогенности исследуемой мышцы;
- Индекс эхогенности мышцы ( $L_{\text{mean}}$ ) = №<sub>100%</sub> серого тона из 256 возможных /  $G$  (стандартное усиление). Характеризует эхогенность исследуемой мышцы
- Индекс эхоплотности  $N_{\text{most}}/S$ , где  $S$  – площадь очерченной зоны изучаемой мышцы, характеризует структурную плотность мышцы
- $SD$  – среднеквадратичное отклонение  $L_{\text{mean}}$  (уровень оттенка серой шкалы, наиболее часто встречающийся в очерченной зоне).



# МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ.

- Для изучения диафрагмы использовали конвексный УЗ-датчик (на рабочей частоте 3,5 МГц)
- Анализ экскурсии диафрагмы проводился в М-режиме ультразвукового исследования при глубоком вдохе
- Датчик располагали между среднеключичной и переднеаксиллярной линиями.
- Исследовали только правый купол диафрагмы, т.к. исследование диафрагмы слева было затруднено из-за недостаточного акустического окна и газа, содержащегося в желудке и кишечнике



# РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Таблица 1. Сравнение показателей силы ДМ в 3-х группах заболеваний и у здоровых лиц Н-критерием метода Краскела-Уоллиса.

| Показатель силы ДМ | ПХОБЛ(1)                     |        | ХПБ(2)                      |       | Пн(3)                       |       | Здоровые(0)                  |        |
|--------------------|------------------------------|--------|-----------------------------|-------|-----------------------------|-------|------------------------------|--------|
|                    | Н-критерий                   | p      | Н-критерий                  | p     | Н-критерий                  | p     | Н-критерий                   | p      |
| PE <sub>max</sub>  | H <sub>1,2</sub> =<br>0,068  | 0,798  | H <sub>2,1</sub> =<br>0,068 | 0,798 | H <sub>3,1</sub> =<br>0,403 | 0,526 | H <sub>0,1</sub> =<br>11,378 | 0,007  |
|                    | H <sub>1,3</sub> =<br>0,482  | 0,525  | H <sub>2,3</sub> =<br>0,216 | 0,642 | H <sub>3,2</sub> =<br>0,216 | 0,216 | H <sub>0,2</sub> =<br>8,945  | 0,003  |
|                    | H <sub>1,0</sub> =<br>11,378 | 0,007  | H <sub>2,0</sub> =<br>8,945 | 0,003 | H <sub>3,0</sub> =<br>3,121 | 0,077 | H <sub>0,3</sub> =<br>03,121 | 0,077  |
| PI <sub>max</sub>  | H <sub>1,2</sub> =<br>0,307  | 0,579  | H <sub>2,1</sub> =<br>0,307 | 0,579 | H <sub>3,1</sub> =<br>0,026 | 0,866 | H <sub>0,1</sub> =<br>18,150 | 0,0001 |
|                    | H <sub>1,3</sub> =<br>0,029  | 0,866  | H <sub>2,3</sub> =<br>0,033 | 0,856 | H <sub>3,2</sub> =<br>0,064 | 0,856 | H <sub>0,2</sub> =<br>8,473  | 0,004  |
|                    | H <sub>1,0</sub> =<br>18,150 | 0,0001 | H <sub>2,0</sub> =<br>8,473 | 0,004 | H <sub>3,0</sub> =<br>5,439 | 0,019 | H <sub>0,3</sub> =<br>5,439  | 0,019  |

При статистическом анализе полученных данных было установлено, что в 3-х группах заболеваний была выявлена дисфункция силы ДМ. Наблюдаемые различия между показателями силы ДМ (PI<sub>max</sub> и PE<sub>max</sub>) в 3-х группах заболеваний были несущественными, однако у здоровых лиц данные параметры отличались от пациентов с ПЗОД. Это указывает на то, что значения силы ДМ с высокой степенью достоверности отличают пациентов с ПЗОД от здоровых лиц.

# РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Таблица 2. Коэффициенты корреляции (rs) между показателями силы ДМ и некоторыми параметрами клинического обследования пациентов с ПЗОД

| ПЗОД                      | ПХОБЛ                                  |                                   | ХПБ                               |                                   | Пн                                |                                   | Здоровые                          |                                   |
|---------------------------|--|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| Пара-мет-ры               | PI <sub>max</sub> ,<br>СМ.ВОДН.<br>СТ. | PE <sub>max</sub> ,<br>СМ.ВОДН.СТ | PI <sub>max</sub> ,<br>СМ.ВОДН.СТ | PE <sub>max</sub> ,<br>СМ.ВОДН.СТ | PI <sub>max</sub> ,<br>СМ.ВОДН.СТ | PE <sub>max</sub> ,<br>СМ.ВОДН.СТ | PI <sub>max</sub> ,<br>СМ.ВОДН.СТ | PE <sub>max</sub> ,<br>СМ.ВОДН.СТ |
| ИМТ,<br>кг/м <sup>2</sup> | 0,204                                  | -0,108                            | 0,257                             | 0,257                             | 0,643                             | <b>0,678*</b>                     | -0,190                            | -0,001                            |
| ОБц,<br>см                | <b>0,709*</b>                          | -0,164                            | 0,029                             | 0,257                             | <b>0,815*</b>                     | <b>0,741*</b>                     | -0,014                            | -0,055                            |
| ЖЕЛ, %                    | 0,331                                  | -0,018                            | 0,522                             | <b>0,840*</b>                     | -0,107                            | -0,207                            | 0,363                             | 0,147                             |
| ПОС <sub>выд</sub> , %    | -0,152                                 | -0,406                            | 0,257                             | 0,257                             | <b>0,714*</b>                     | <b>0,750*</b>                     | -0,038                            | 0,010                             |
| ФЖЕЛ, %                   | 0,313                                  | 0,337                             | <b>0,829*</b>                     | 0,543                             | -0,108                            | -0,072                            | 0,089                             | 0,150                             |
| SpO <sub>2</sub> (1) %    | -0,650                                 | -0,479                            | 0,525                             | <b>0,740*</b>                     | 0,054                             | 0,054                             | 0,069                             | 0,110                             |
| SpO <sub>2</sub> (2) %    | -0,299                                 | -0,274                            | <b>0,925**</b>                    | 0,772                             | -0,374                            | -0,374                            | -0,185                            | 0,082                             |
| SpO <sub>2</sub> (3) %    | -0,610                                 | -0,537                            | 0,667                             | 0,754*                            | 0,393                             | 0,393                             | -0,059                            | -0,005                            |

Примечания для таблицы 2: (1) – в конце 1-ой минуты б-МТ; (2) – в конце 2-ой минуты б-МТ; (3) – в конце 3-ей минуты б-МТ;  
\* –  $p < 0,05$ ;  
\*\* –  $p < 0,001$ .

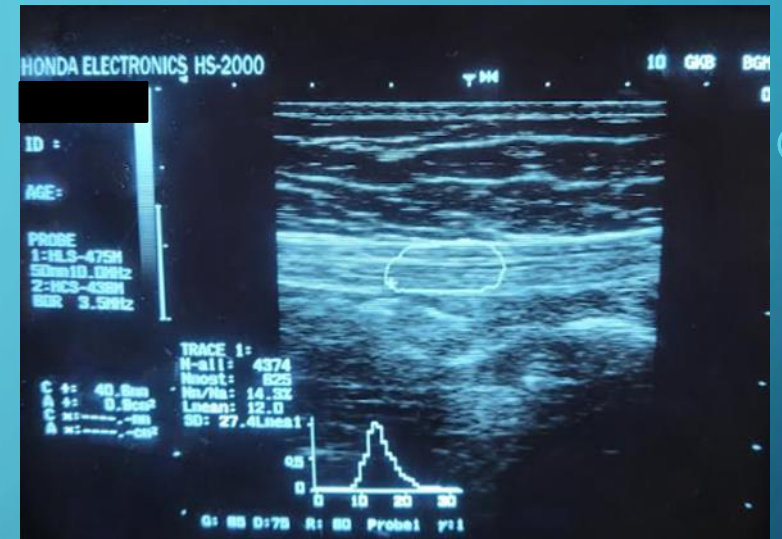
# РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

- Взаимосвязь дисфункции ДМ и вентиляционных нарушений при ПЗОД.
- У пациентов с ХПБ выявлена зависимость между скоростным показателем ФВД – ФЖЕЛ и  $PI_{max}$ , а также жизненной ёмкостью лёгких (ЖЕЛ) и  $PE_{max}$ . Снижение показателей ФЖЕЛ и ЖЕЛ при ХПБ связан с прогрессированием бронхолёгочного заболевания, постепенным поражением паренхимы лёгких и возможным нарушением деятельности дыхательной мускулатуры как внелёгочной причины рестриктивной вентиляционной недостаточности. Также снижение ЖЕЛ может развиваться не только вследствие уменьшения эластичных свойств лёгких, но снижения функциональной способности главной дыхательной мышцы вдоха – диафрагмы, осуществляющей фактически весь объём лёгочной вентиляции в покое и 75% ЖЕЛ.
- У пациентов с Пн наблюдалась прямая корреляционная связь между  $PI_{max}$  и  $PE_{max}$  и составляющей ЖЕЛ – резервным объёмом вдоха ( $r_s=0,885$ ,  $p=0,018$  и  $r_s=0,942$ ,  $p=0,004$  соответственно), подтверждало вышеуказанную теорию.
- У пациентов с ПХОБЛ наблюдалась зависимость между  $PE_{max}$  и минутным объёмом дыхания ( $r_s=0,700$ ,  $p=0,03$ )



# ИССЛЕДОВАНИЕ M. RECTUS ABDOMINIS (МЫШЦЫ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩЕЙ ВЫДОХ)

| Параметры УЗИ | ПХОБЛ                  | ХПБ                    | ПН                     | Здоровые               |
|---------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| N-all         | 5234<br>[3771;12612]   | 11711<br>[10483;12879] | 7888<br>[3570;9161]    | 3307<br>[2843; 4656]   |
| Nmost         | 1001<br>[604;1589]     | 1300<br>[1215;1396]    | 1127<br>[682;1570]     | 488<br>[391;644]       |
| Nm/Na         | 12,60<br>[12,10;13,60] | 11,60<br>[10,80;12,10] | 14,10<br>[13,90;16,70] | 13,40<br>[11,90;18,10] |
| Lmean         | 9,40<br>[7,50;11,90]   | 9,40<br>[7,35;10,55]   | 8,90<br>[5,30;9,10]    | 8,70<br>[7,20;10,50]   |
| SD            | 26,70<br>[24,20;28,40] | 28,60<br>[28,50;29,80] | 23,20<br>[20,30;25,30] | 24,90<br>[19,30;26,80] |



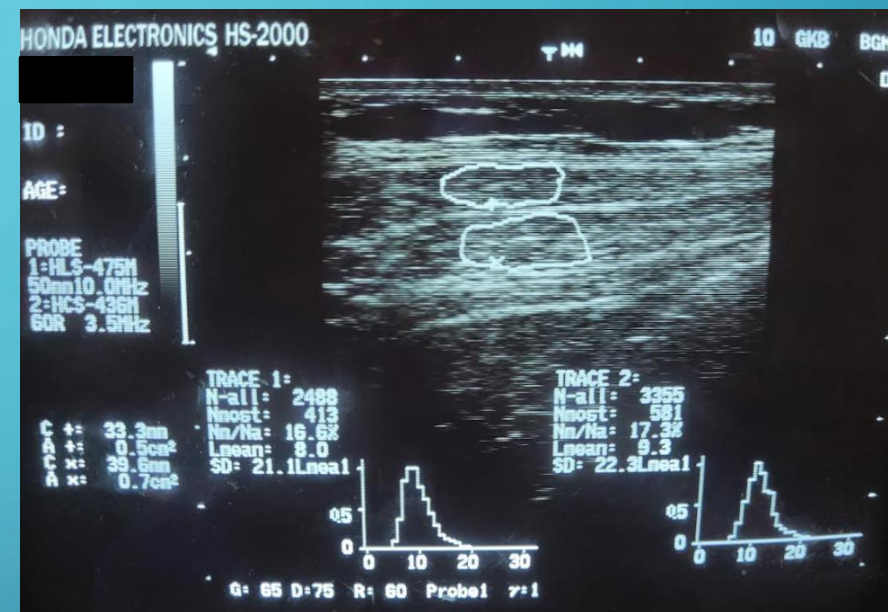
В группе сравнения прямая мышца живота нормальной плотности, гиперэхогенная (за счёт жировых включений), однородная.

У пациентов с ХПБ и ПХОБЛ эхогенность прямой мышцы живота была самая высокая, гомогенность несколько снижена, что возможно связано с большим накоплением жировых клеток и разрастанием соединительной ткани в изучаемой мышце. Кроме этого в 3-х группах заболеваний m. rectus abdominis по своей структуре была более плотная по сравнению со здоровыми лицами (возможно за счёт соединительной ткани).



# ИССЛЕДОВАНИЕ М. OBLIQUUS ABDOMINIS EXT.(МЫШЦЫ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩЕЙ ВЫДОХ)

| Параметры УЗИ | ПХОБЛ                | ХПБ                  | Пн                   | Здоровые             |
|---------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| N-all         | 3958<br>[2092;5621]  | 5028<br>[2152;6852]  | 11253<br>[2352;7834] | 2464<br>[1906;4096]  |
| Nmost         | 658<br>[284;1447]    | 741<br>[496;1015]    | 786<br>[415;1004]    | 416<br>[281;540]     |
| Nm/Na         | 14,4<br>[13,7; 16,6] | 13,8<br>[12,7; 15,9] | 15,7<br>[15,2 ;17,9] | 14,7<br>[13,6; 16,4] |
| Lmean         | 7,8<br>[5,7; 8,2]    | 7,5<br>[6,2; 8,7]    | 7,2<br>[6,1; 8,5]    | 8,9<br>[7,1; 10,0]   |
| SD            | 22,8<br>[22,2; 26,2] | 25,6<br>[22,7; 29,7] | 21,7<br>[18,7 ;22,6] | 22,4<br>[20,2; 25,4] |

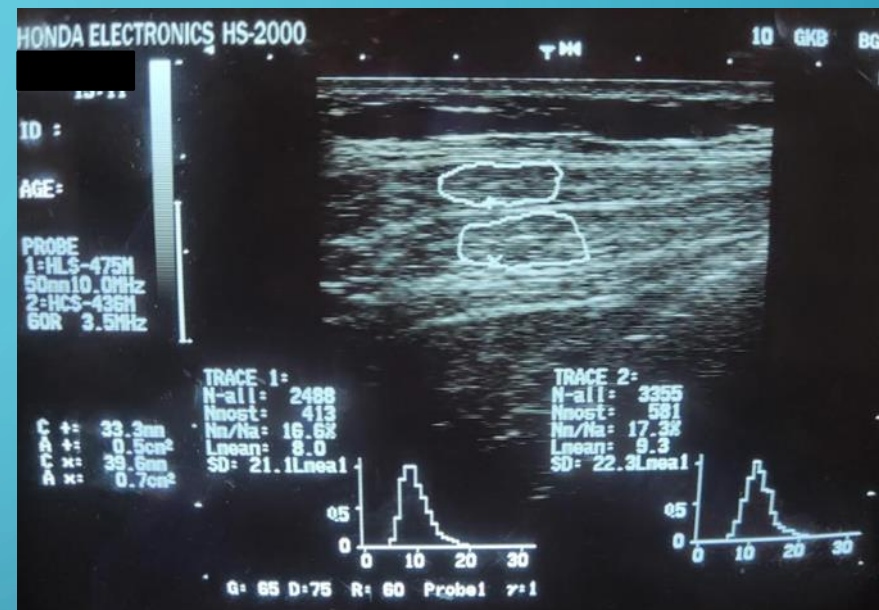


В группе сравнения косая наружная мышца живота нормальной плотности, гиперэхогенная (за счёт жировых включений), неоднородная

У пациентов 3-х групп заболеваний данная мышца менее эхогенная, чем в группе сравнения, негетогенная (самая высокая гетогенность в группе Пн, что говорит о истощении мышечной ткани в данной группе), по структуре более плотная (возможно за счёт соединительной ткани). Данные изменения свидетельствуют об усилении атрофических процессов в мышце.

# ИССЛЕДОВАНИЕ М. OBLIQUUS ABDOMINIS INT. (МЫШЦЫ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩЕЙ ВЫДОХ)

| Параметры УЗИ | ПХОБЛ                    | ХПБ                   | Пн                   | Здоровые             |
|---------------|--------------------------|-----------------------|----------------------|----------------------|
| N-all         | 7023<br>[5152;13785<br>] | 10096<br>[2521;11931] | 6807<br>[2638;8520]  | 3474<br>[2040;5311]  |
| Nmost         | 1075<br>[830;1995]       | 983<br>[586;1567]     | 1005<br>[507;1382]   | 533<br>[336;851]     |
| Nm/Na         | 14,8<br>[14,4; 18,2]     | 15,5<br>[12,4; 17,5]  | 17,2<br>[14,6;18,2]  | 16,8<br>[14,2; 18,5] |
| Lmean         | 7,6<br>[6,2; 9,2]        | 8,1<br>[6,6; 9,8]     | 7,4<br>[6,8; 7,6]    | 8,2<br>[7,4; 10,1]   |
| SD            | 22,8<br>[21,3; 24,9]     | 19,9<br>[18,8; 28,3]  | 19,2<br>[19,0 ;25,1] | 19,3<br>[16,4; 22,5] |

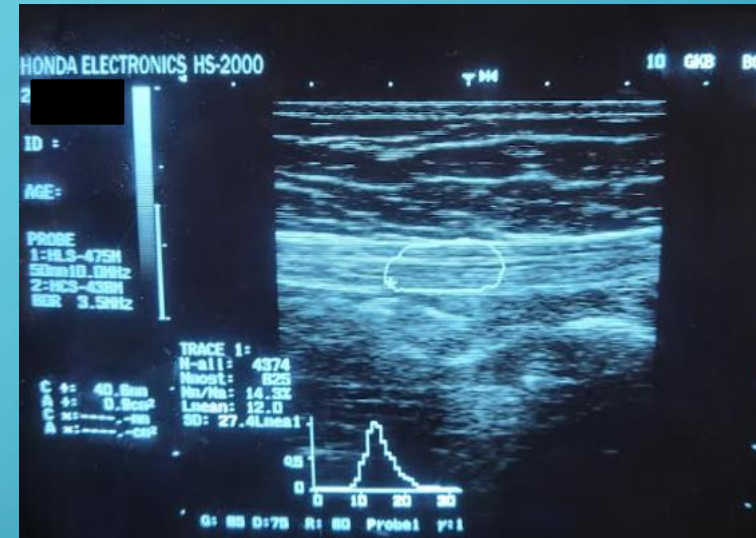


В группе сравнения косая внутренняя мышца живота нормальной плотности, гиперэхогенная (за счёт жировых включений), неоднородная

У пациентов с ПХОБЛ и Пн данная мышца менее эхогенная, чем у ХПБ и группы сравнения, негомогенная (самая высокая гомогенность в группе Пн, что говорит об истощении мышечной ткани в данной группе), по структуре более плотная (возможно за счёт соединительной ткани). Данные изменения свидетельствуют об усилении атрофических процессов в мышце, особенно в группе Пн.

# ИССЛЕДОВАНИЕ M. INTERCOSTALIS EXT. (МЫШЦЫ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩЕЙ ВЫДОХ)

| Параметры УЗИ | ПХОБЛ                   | ХПБ                      | ПН                      | Здоровые                |
|---------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|
| N-all         | 4235<br>[2193;<br>6654] | 9458<br>[6421;1120<br>5] | 6591<br>[3926;736<br>2] | 4069<br>[3233;<br>4854] |
| Nmost         | 650<br>[425;870]        | 1320<br>[1072;1401]      | 865<br>[563;1033]       | 624<br>[490;779]        |
| Nm/Na         | 13,1<br>[12,4;<br>16,6] | 15,8<br>[12,4; 17,5]     | 14,3<br>[12,9;15,0]     | 16,0<br>[13,7;<br>18,2] |
| Lmean         | 7,0<br>[4,9; 8,4]       | 7,6<br>[6,4; 8,2]        | 6,8<br>[6,5; 7,7]       | 7,8<br>[6,8; 9,4]       |
| SD            | 24,8<br>[21,2;<br>30,1] | 22,2<br>[20,1; 28,2]     | 25,1<br>[22,2;29,5]     | 21,2<br>[18,7;<br>25,0] |



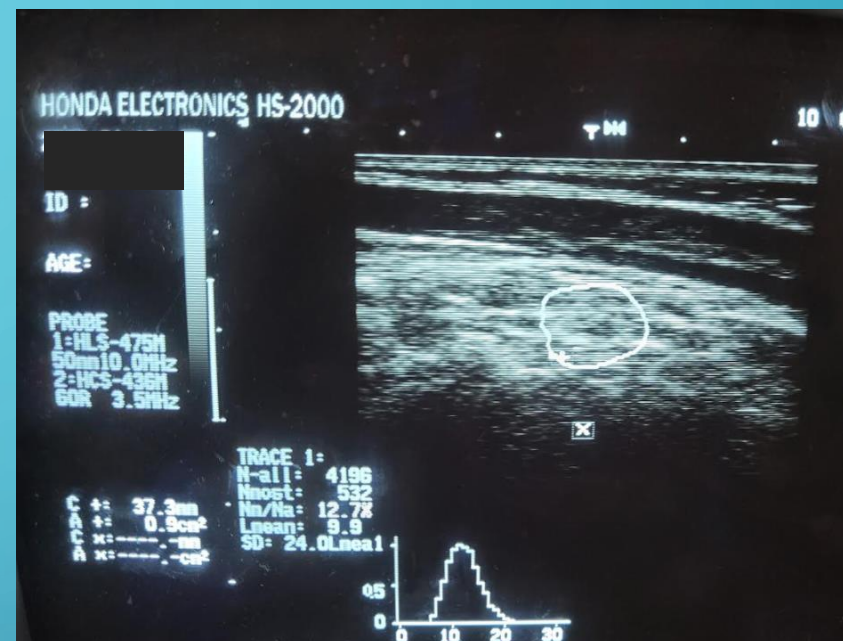
**В группе сравнения** наружная межрёберная мышца нормальной плотности, гиперэхогенная (за счёт жировых включений), более однородная

**У пациентов с Пн** данная мышца менее эхогенная, чем в других группах, что обусловлена меньшим накоплением липидных клеток в мышце. **В 3-х группах заболеваний** мышца менее гомогенная (особенно **в группах ПХОБЛ и Пн**, что говорит о компенсаторной гипертрофии мышечной ткани в данных группах), по структуре **у ХПБ** более плотная (возможно за счёт соединительной ткани).



# ИССЛЕДОВАНИЕ М. STERNOCLEIDOMASTOIDEUS (МЫШЦЫ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩЕЙ ВЫДОХ)

| Параметры УЗИ | ПХОБЛ                | ХПБ                  | ПН                   | Здоровые                |
|---------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------|
| N-all         | 6074<br>[1831;9632]  | 8527<br>[4908;8955]  | 3501<br>[2802;7049]  | 2883<br>[1893;3397]     |
| Nmost         | 894<br>[591;1431]    | 1387<br>[1025;1691]  | 873<br>[559;1477]    | 598<br>[467;700]        |
| Nm/Na         | 22,3<br>[17,1; 24,4] | 19,3<br>[17,8; 21,1] | 24,8<br>[18,5 ;27,0] | 20,9<br>[18,5;<br>25,4] |
| Lmean         | 4,2<br>[3,9; 5,4]    | 4,7<br>[3,9; 5,0]    | 4,2<br>[3,9; 4,9]    | 4,8<br>[3,9; 5,7]       |
| SD            | 17,7<br>[13,5; 25,8] | 19,4<br>[17,9; 21,6] | 19,6<br>[12,9 ;20,2] | 17,3<br>[14,1;<br>19,7] |

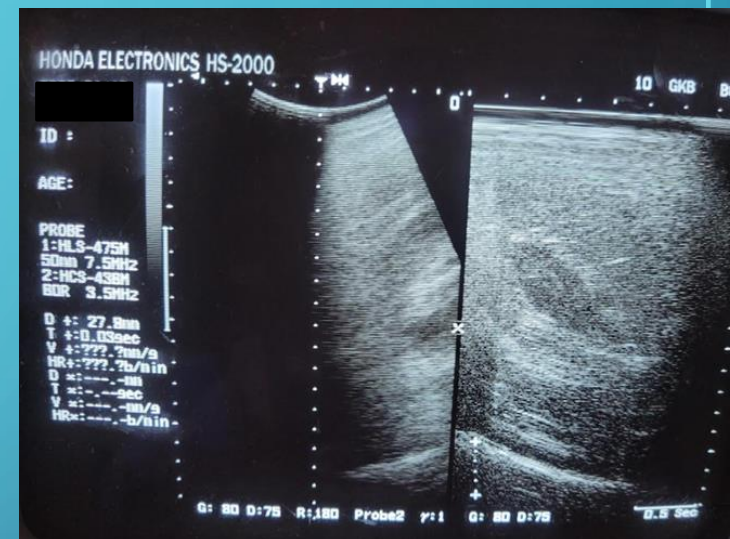


В группе сравнения m. sternocleidomastoideus нормальной плотности, эхогенности, неоднородная

У пациентов 3-х групп заболеваний эхогенность m. Sternocleidomastoideus ниже чем в группе контроля, гомогенность повышена (самая высокая наблюдается в группе Пн), повышенной плотности (самая высокая плотность исследуемой мышцы в группе ХПБ), что свидетельствует о атрофии и истощении мышцы,

# ИССЛЕДОВАНИЕ ЭКСКУРСИИ ДИАФРАГМЫ

| Параметры УЗИ                              | ПХОБЛ               | ХПБ                  | ПН                  | Здоровые             |
|--|---------------------|----------------------|---------------------|----------------------|
| Экскурсия диафрагмы при глубоком вдохе, мм | 36,1<br>[30,3;46,4] | 36,85<br>[29,1;42,8] | 59,3<br>[45,2;64,0] | 27,90<br>[35,8;48,6] |



Экскурсия диафрагмы во всех группах была в пределах нормы. По литературным источникам (X. Vobbia) при наличии экскурсии  $>23$ мм, нет необходимости в дополнительной кислородной поддержке.

У пациентов с Пн отмечалась наибольшая экскурсия диафрагмы. Однако следует отметить, что данный параметр в 3-х группах заболеваний был выше по сравнению с группой контроля, что возможно говорит о длительной компенсаторной гиперфункцией основной мышцы вдоха.



# ВЫВОДЫ

- УЗ–метод оценки функции дыхательных мышц является перспективным. Безопасность и информативность метода позволяют широко использовать его, в том числе и при динамическом наблюдении за пациентом.
- Во всех группах заболеваний при исследовании силы дыхательной мускулатуры была выявлена дисфункция респираторных мышц.
- При УЗ–исследовании были выявлены структурные изменения в дыхательных мышцах: в группах ХПБ и ПХОБЛ ↑ эхогенности ткани за счет увеличения жировых и соединительно–тканых клеток в прямой мышце живота, истощение мышечной ткани(в том числе и жировой) в косых мышцах живота у пациентов с Пн и ПХОБЛ, m. sternocleidomastoideus во всех группах заболеваний, компенсаторную гипертрофию межрёберных мышц у Пн и ПХОБЛ
- Экскурсия диафрагмы во всех группах заболеваний была выше, чем в группе сравнения (особенно у Пн). Актуальным является исследование диафрагмы у пациентов с нарастающей дыхательной недостаточностью для правильного принятия решения дальнейшего ведения пациента
- Определение структуры респираторных мышц при УЗИ–сканировании может позволить своевременно выявить патологию в них и вовремя её скорректировать.