

## ОЦЕНКА КРОВЕНАПОЛНЕНИЯ ЛЕГКИХ ВО ВРЕМЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ДЫХАТЕЛЬНЫХ МАНЕВРОВ

А.М. Золотарев<sup>1,2,3</sup>, Ю.С. Семенов<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>ГНЦ РФ – Институт медико-биологических проблем РАН, Москва

<sup>2</sup>Московский физико-технический институт (государственный университет)

<sup>3</sup>ГБОУ ВПО «Первый МГМУ им. И.М. Сеченова», Москва

Известно, что во время выполнения дыхательных маневров за счет сокращения дыхательной мускулатуры и изменения конфигурации реберной клетки изменяется внутриплевральное и интерстициальное давления. Также при некоторых типах маневров (например, маневр Вальсальвы) изменяется и альвеолярное давление. Сосуды, расположенные в грудной клетке, чувствительны к такого рода изменениям, меняется кровенаполнение легких. Целью работы является оценка гидратации легких во время выполнения дыхательных маневров при помощи биоимпедансного анализа. Биоимпедансный анализ (измерение электрического импеданса участка тела) – один из наиболее дешевых и простых методов исследования кровенаполнения и степени гидратации легких, дающий качественно точные результаты [1]. Биоимпедансный анализ легких осложняется необходимостью учитывать не только легочную ткань, но и мышечную, костную и другие ткани, а также изменения объема воздуха в легких.

Мы предполагали, что активное сопротивление грудной клетки прямо пропорционально отношению объема воздуха в легких к кровенаполнению легких [2]. Согласно данному предположению, при выполнении модифицированного маневра Мюллера (глубокий выдох примерно до уровня остаточного объема, попытка вдоха через закрытый мундштук до достижения разрежения в дыхательных путях -30 мм рт. ст. и удержание давления в течение 30 секунд) из-за снижения внешнего давления на сосуды кровенаполнение легких должно возрастать, а активное электрическое сопротивление – уменьшаться. При выполнении модифицированного маневра Вальсальвы (глубокий вдох до уровня общей емкости легких, попытка выдоха через закрытый мундштук до достижения давления в дыхательных путях 30 мм рт. ст. и удержание давления в течение 30 секунд) мы ожидали снижения кровенаполнения легких и увеличения активного сопротивления. Также оценивали влияние изменения объема легких на их активное сопротивление. Для этого добровольцам было предложено выполнить задержку дыхания в течение 30 секунд при тех же объемах легких без изменения давления в дыхательных путях (при открытом надгортаннике). По нашим расчетам изменения сопротивления во время выполнения маневров с изменением альвеолярного давления должны быть больше, чем без него.

Для оценки изменения кровенаполнения легких мы использовали реографический анализатор “Спрут-2М” (Медасс, Россия). Применяли тетраполярный метод наложения электродов: пара электродов (токовый и измерительный) крепились на проекцию правого поля Кренига, токовый на 4-5 сантиметров выше измерительного, вторая пара электродов накладывалась справа на спине на уровне поясницы на среднелопаточной линии, токовый ниже измерительного на 4-5 см. В эксперименте приняли участие 10 здоровых добровольцев (мужчины в возрасте 20-35 лет). Каждый из них выполнил четыре вида дыхательных маневров: задержка дыхания на вдохе без дополнительного давления и с ним (+30 мм.рт.ст.), задержка дыхания на выдохе без дополнительного давления и с ним (-30 мм.рт.ст.). Каждый маневр повторялся два или три раза и длился 30 секунд, пауза на восстановление между подходами составляла две минуты. Во время эксперимента доброволец находился в положении лежа.

Анализ результатов показал, что изменения импеданса, полученные в эксперименте, качественно совпадают с ожидаемыми, причем изменения активного сопротивления во время маневров с изменением альвеолярного давления оказались больше, чем без него. С помощью теста Уилкоксона мы выявили достоверные ( $p < 0,05$ ) различия между этими видами маневров (рис.1).

Авторы благодарят д.т.н. А.И. Дьяченко за постановку задачи и обсуждение результатов. Работа выполнена при поддержке гранта Программы IV.7.1. Президиума РАН "Интеграция регуляторных влияний в обеспечении функций организма".

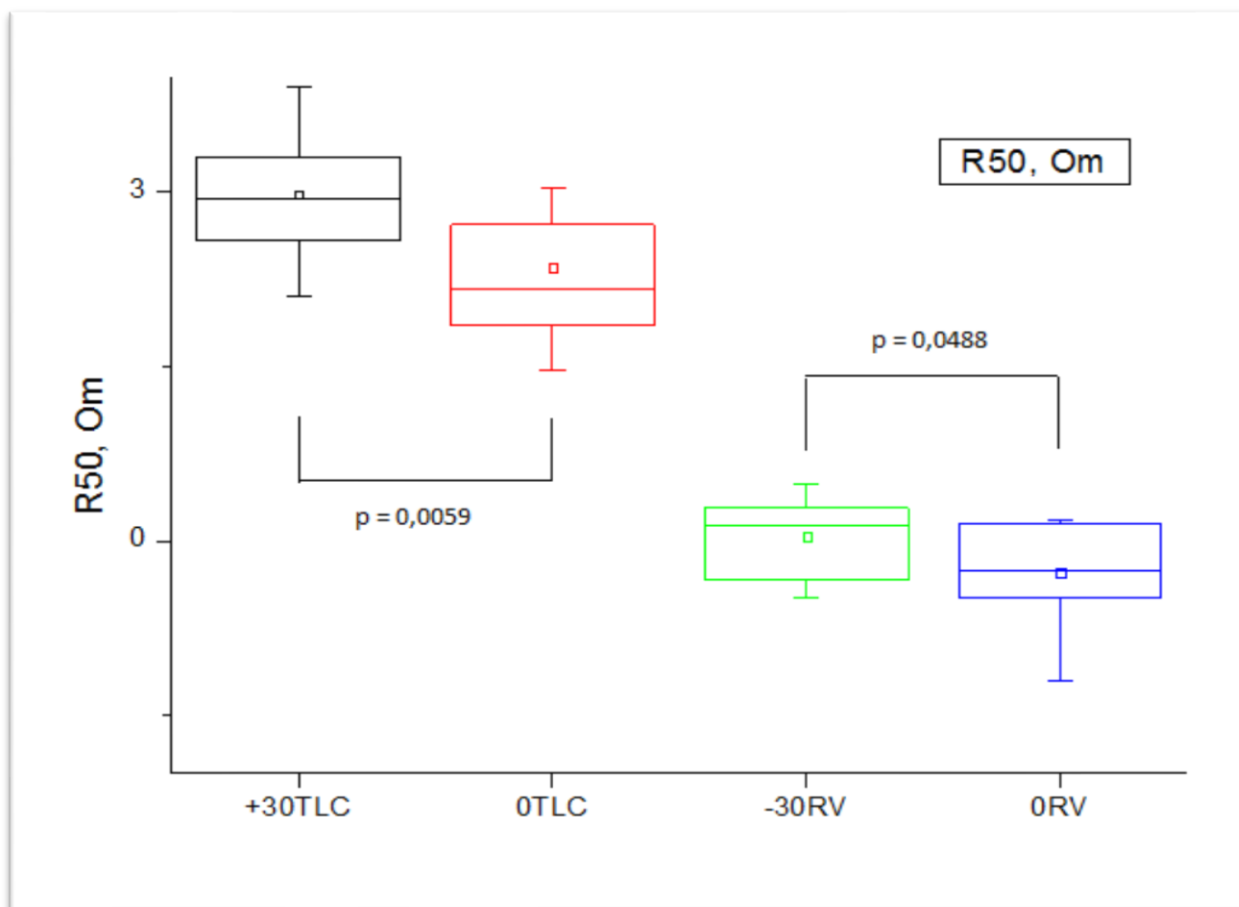


Рис.1 Распределение значений активного сопротивления на 50 кГц во время различных маневров

#### Литература

1. Николаев Д.В., Смирнов А.В., Бобринская И.Г. Биоимпедансный анализ состава тела. М.: Наука, 2009. — 396 с.
2. Дьяченко А.И., Шабельников В.Г. , «Математические модели действия гравитации на функции легких», М., «Наука», 1985 – 278 с.