

УДК 612.216.2

Э. Б. Кобзарь

К ВОПРОСУ О ЛОКАЛЬНОЙ НЕРАВНОМЕРНОСТИ ВЕНТИЛЯЦИИ ЛЕГКОГО

Среди количественных методов изучения вентиляции легкого известны как интегральные методы, характеризующие бронхо-легочную систему в целом, так и локальные, отражающие различное функциональное состояние участков легкого при одинаковом их морфологическом строении. Дана объективная оценка регионарных функций легкого [2, 3], и значительное внимание в клинической физиологии уделено исследованию неравномерности распределения вдыхаемого воздуха. В 1965 г. Международный симпозиум «Регионарные функции легких» (Лунд, Швеция) признал новый раздел клинической физиологии дыхания — регионарное распределение функций легких.

Известны различные косвенные методы исследования регионарных функций легкого [8]. Прямое изучение качественной стороны вентиляции различных участков легкого такими методами как рентгеноскопия, стратиденситография, радиопневмография и др., отражая наличие и степень неравномерности вентиляции легкого, не дает возможности судить о разной вентилируемости участков легкого при локальной патологии на ранних стадиях заболевания [3], и при наличии принципиальных недостатков не может быть применено для массового и постоянного функционального обследования легкого [6].

К регионарным методам количественного исследования вентиляции отдельных легочных зон относится активный акустический метод — пульмофонографический (ПФГ) [5], представляющий собой вариант объективизированной бронхофонии. Метод позволяет количественно определить вентиляторные характеристики: локальную удельную вентиляцию, локальный удельный объем воздуха, характеризующий степень воздухонаполненности участков легких, локальную удельную вентилируемость (отражающую вентиляционное состояние отдельных участков, областей и легкого в целом). Метод обработки и расчеты пульмофонограммы подробно изложены в литературе [7]. Количественная оценка дыхания важна не только для теоретической физиологии, но и является основанием для изучения клинических закономерностей локального распределения функций легкого как в норме, так и при предъявлении организму различных функциональных нагрузок, при патологических состояниях.

Мы исследовали физиологические особенности вентилируемости различных зон легкого в покое и при физической нагрузке.

Методика исследований

Обследовано 30 практически здоровых людей в возрасте от 18 до 50 лет. Исследование проводилось в покое, во время дозированной физической нагрузки, через 30 с и через 1—3 мин после физической нагрузки (в восстановительном периоде).

Исследования проводились на фонопальмографе (ФПГ 3-1), позволяющем регистрировать одновременно пульмофонограммы в двух симметричных точках поверхности грудной клетки и спирограмму. Обследуемый дышал через загубник, который был соединен с трубками, по которым в верхние дыхательные пути подавался непрерывный звуковой сигнал постоянной частоты (80 Гц) и интенсивности (60 н/м²). Изменения амплитуды звукового сигнала измеряли на поверхности грудной клетки. В основе метода лежит установленный факт амплитудной модуляции звуковых колебаний дыханием, и глубина модуляции является мерой локальной вентиляции легкого.

Акустические параметры снижались с 20 зон по 10 с правой и левой сторон грудной клетки по схеме (рис. 1) расположения микрофонов [7]: 4 пары точек на

груди (G_1, G_2, G_3, G_4), 4 пары точек на спине (C_1, C_2, C_3, C_4) и две пары точек на боковых поверхностях (B_1, B_2). Поскольку положение тела сказывается на заполнении воздухом различных участков легочной ткани [7] обследование проводилось в положении сидя.

Изучение особенностей функции различных зон легкого при физической нагрузке позволяет выявить скрытые функциональные вентиляционные нарушения. В результате проведенных предварительных исследований нами была предложена и апробирована дозированная велоэргометрическая нагрузка (постоянной мощности 50 Вт, педалирование с частотой 60 об/мин), длительностью 3 и 5 мин.

Результаты исследований и их обсуждение

Исследования проведенные в потоке показали, что идеально равномерного распределения воздуха не наблюдается (табл.1).

Сравнение вентиляционных параметров левого и правого легкого у 66,7 % обследуемых выявило некоторое превалирование озвученности (среднего уровня звукового давления) в правом легком (рис. 2).

Таблица 1
Показатели локальной удельной вентиляции правого и левого легкого здорового человека в покое

Наименование зон	$\frac{P_{\max}}{P_{\min}}$	Ап	Наименование зон	$\frac{P_{\max}}{P_{\min}}$	Ап
ПС ₁	1,2	0,37	ЛС ₁	1,2	0,37
ПС ₂	1,7	1,12	ЛС ₂	1,3	0,54
ПС ₃	1,6	0,98	ЛС ₃	1,2	0,37
ПС ₄	1,2	0,37	ЛС ₄	1,1	0,20
ПБ ₁	1,3	0,54	ЛБ ₁	1,3	0,54
ПБ ₂	1,2	0,37	ЛБ ₂	1,3	0,54
ПГ ₁	1,2	0,37	ЛГ ₁	1,1	0,20
ПГ ₂	1,4	0,69	ЛГ ₂	1,3	0,54
ПГ ₃	1,3	0,54	ЛГ ₃	1,2	0,37
ПГ ₄	1,4	0,69	ЛГ ₄	1,4	0,69

Примечание. Ап—локальная удельная вентиляция, $P_{\max}$ —максимальное значение ПФГ, $P_{\min}$ —минимальное значение ПФГ, П—правое легкое, Л—левое легкое. Все величины приведены в относительных единицах.

Таблица 2
Вентиляционные параметры легкого здорового человека в покое во время физической нагрузки и через 1 мин после нее

Вентиляционные параметры	В покое	Во время физической нагрузки	Через 1 мин после физической нагрузки
Аср	0,43	0,77	0,56
Ап	0,53	0,72	0,43
Ал	0,33	0,82	0,70
Вср	7,39	7,49	7,43
Вп	7,40	7,46	7,41
Вл	7,38	7,52	7,45
Иср	0,05	0,12	0,08
Ип	0,05	0,12	0,07
Ил	0,04	0,13	0,09

Примечание. Аср—средняя удельная вентиляция, Вср—средний удельный объем, Иср—средняя удельная вентилируемость, п—правое легкое, л—левое легкое.

Это, очевидно, объясняется анатомическим строением бронхиального дерева. Воздухонаполненность верхних зон больше, чем нижних, грудных и спинных—почти одинаковая; удельная вентиляция и вентилируемость грудных больше, чем спинных; вентилируемость базальных отделов выше, чем апикальных. Результаты наших исследований совпадают с литературными данными [1].

Обследование испытуемых во время дозированной мышечной деятельности выявило увеличение всех параметров локального функционирования легкого (табл. 2). В восстановительном периоде (к 3 мин после физической нагрузки) показатели пульмофонограммы приближались к данным, зарегистрированным до нагрузки.

В ряде случаев, при наличии почти одинаковых показателей в симметричных зонах в покое, во время физической нагрузки определялось

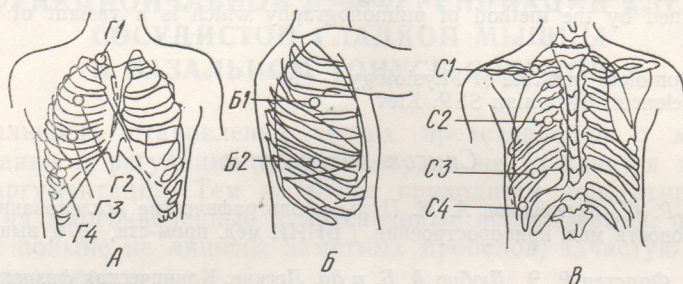


Рис. 1. Расположение датчиков при пульмофонографическом исследовании.

А — вид спереди; Б — сбоку; В — сзади.

выраженное симметричное или асимметричное увеличение вентиляционных параметров отдельных участков легочной ткани. В восстановительном периоде наблюдалось быстрое восстановление показателей к исходному уровню. У некоторых обследуемых в покое выявлены в симметричных зонах гипервентилируемые и гиповентилируемые участки.

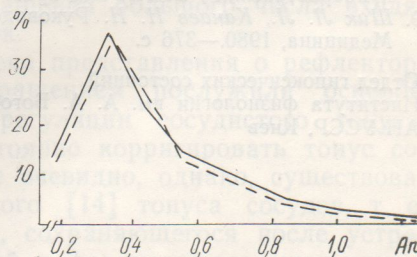


Рис. 2. Гистограмма распределения величины Ап (локальной удельной вентиляции) у здорового человека.

Сплошная линия — правое легкое, пунктирная — левое легкое.

Во время физической нагрузки отмечено симметричное возрастание показателей вентиляции с превалированием на стороне гиповентиляции. В восстановительном периоде — быстрое восстановление до исходного уровня.

Повышение вентиляционных параметров симметричных локальных зон легкого во время физической нагрузки, а также гипервентиляцию симметричных отделов при наличии на одной стороне участков гиповентиляции, можно рассматривать как физиологическую реакцию на мышечную деятельность. Как справедливо отмечено в литературе [4], никакие другие состояния организма не сказываются так четко на функциональных возможностях легкого, как мышечная работа.

Анализируя полученные результаты, можно предположить, что гипервентиляция симметричных участков легкого связана с раскрытием резервной сети альвеол и изменением местного кровотока. Количественный метод локального исследования легкого — пульмофонография может найти широкое применение при оценке состояния отдельных участков легкого в динамике, при функциональных пробах. Функциональная неравномерность вентиляции является нормальным физиологическим состоянием легкого.

E. B. Kobzar

TO THE PROBLEM ON LOCAL IRREGULARITY
OF THE LUNG VENTILATION

Summary

30 practically healthy 18-50 years old persons are examined. Functional nonuniformity of ventilation in different areas of the lung at rest and muscular activity was quantitatively determined by the method of pulmonography which is a variant of objectivized bronchophony.

The A. A. Bogomoletz Institute of Physiology,
Academy of Sciences, Ukrainian SSR, Kiev

Список литературы

1. Винницкая Р. С., Чернышева А. М. Пульмофонографические исследования здоровых людей. — Новости мед. приборостроения. / ВНИИ мед. пром-сти, 1970, вып. 2. с. 116—121.
2. Комро Дж, Форстер Р. Э., Дюбуа А. Б. и др. Легкие. Клиническая физиология и функциональные пробы / Пер. с англ. Под ред. Л. Л. Шика. — М.: Медгиз, 1961.—196 с.
3. Зильбер А. П. Регионарные функции легких. — Петрозаводск: Петрозавод. ун-т, 1971.—280 с.
4. Маршак М. Е. Регуляция дыхания у человека. — М.: Медгиз, 1961.—267 с.
5. Немеровский Л. И., Мишин Л. Н., Собакин М. А. Способ исследования функциональных свойств и патологических изменений легких. — Тр. Киевск. мед. ин-та, 1962, т. 15, с. 93—100.
6. Немеровский Л. И. Пульмофонография — новый метод локального исследования легких. — Новости мед. техники, 1966, вып. 1, с. 73—77.
7. Немеровский Л. И. Пульмофонография. — М.: Медицина, 1981.—160 с.
8. Шик Л. Л., Немеровский Л. И., Винницкая Р. С., Зеливьянская Л. И. Пульмофонография как метод определения неравномерности вентиляции легких. — Новости мед. приборостроения / ВНИИ мед пром-сти, 1968, вып. 3, с. 113—120.
9. Шик Л. Л., Канаев Н. Н. Руководство по клинической физиологии дыхания. — М.: Медицина, 1980.—376 с.

Отдел гипоксических состояний
Института физиологии им. А. А. Богомольца
АН УССР, Киев

Поступила в редакцию
29.XII 1981 г.

Актуальность формирования тельной аргумента, несмотря на эти и пального характера Основных [6, 20, 21 и яние длительных, которыми тительной а следнее отн на него ока ослаблять с сколько при ность, до ко в основном, щих в ее со Сложивших механизмов нейрогенной Способности судов не ве ние периферического уровня нап нения нервн механизмам нуса, обусл цитоплазме Анализ ет о том, ч вать на сос как раздражителей сосудов в п трансмураль что общим наиболее в ритмическая сокращений тией поним них (сокращ возникающ послужило

* Под физиологические изменения и расслабление