

18. Koppo A. D., Rodarte J. R., Lai-Fook S. J. Frequency dependence and partitioning of respiratory impedance in dogs // J. Appl. Physiol.: Respir. Environ. and Exercise Physiol., 1981.—51, N 3.—P. 621—629.
19. Lanphier E. H. Pulmonary function // The Physiology and Medicine of Diving and Compressed Air Work.—London: Balliere Tindall, 1975.—P. 102—154.
20. Lenoir R., Jammes Y., Giry P. et al. Electromyographic study of respiratory muscles during experimental human // Undersea Biomed. Res.—1988.—15, suppl. to N 6.—P. 32—33.
21. Van Liew H. D. Mechanical and physical factors in lung function during work in dense environments // Ibid.—1983.—10, N 3.—P. 255—264.

Ин-т физиологии им. А. А. Богомольца
АН УССР, Киев

Материал поступил
в редакцию 29.12.90

УДК 612.

И. А. Яхница

Состояние спинальных тормозящих реакций в условиях гипербарического воздействия на человека

Проведен сравнительный анализ состояния спинальных тормозящих процессов у человека в нормо- и гипербарических условиях (6,5 ата, или 637 кПа, сжатый воздух). Методом парной стимуляции оценивали кривую восстановления тестирующего моносинаптического рефлекса у испытуемого в спокойном состоянии и на фоне супраспинальной модуляции (СМ) спинальных процессов произвольными действиями (маневр Иендрассика, плантарная флексия стопы). Показано, что угнетение тормозящих реакций при гипербарическом воздействии и при СМ в нормобарических условиях имеют одинаковую направленность. Эффективность влияния СМ на поздние спинальные рефлекторные реакции в условиях гипербарии снижается. Этот факт позволяет предположить, что угнетение спинальных тормозящих реакций при гипербарическом воздействии и СМ реализуется с участием одних и тех же нейронных механизмов.

Введение

Известно [2], что действие на человека гипербарии сопровождается изменением возбудимости спинальных мотонейронов, которое проявляется в изменении амплитуды моносинаптических рефлексов (МСР). Одной из возможных причин этого эффекта может быть модуляция спинальных тормозящих процессов. Метод парной стимуляции позволяет оценить у человека интегративные показатели спинальных тормозящих реакций. Метод заключается в оценке интенсивности тестируемого МСР (ТМСР) при различных интервалах между кондиционирующим и тестирующим раздражениями низкопороговых мышечных афферентов. На кривой восстановления ТМСР выявляются интервалы, характеризующие торможение и возбуждение в спинном мозгу, обусловленные эффектами кондиционирующего стимула. Как правило, полное угнетение ТМСР в интервалах 20—100 мс отражает постспиковую гиперполяризацию, возрастное и Ib-торможение мотонейронов (МН). Существенное восстановление амплитуды ТМСР в интервалах 100—300 мс отражает возбуждение МН залпом активности первичных мышечных окончаний, обусловленным расслаблением мышцы после ее сокращения в ответ на кондиционирующий стимул [5], хотя имеются

© И. А. ЯХНИЦА, 1991

и другие объяснения этого феномена [4, 8]. Угнетение ТМСР при больших интервалах в значительной мере отражает интенсивность пресинаптического торможения.

Методика

Исследования проведены на семи практически здоровых мужчинах, имеющих различный опыт водолазных работ. Испытуемые подвергались гипербарическому воздействию (ГВ) в условиях барокамеры ПДК-4 (6,5 ата, или 637 кПа, сжатый воздух, скорость компрессии 10 м/мин). Для определения интенсивности спинальных тормозящих реакций оценивали возбудимость мотонейронов по амплитуде ТМСР при использовании метода парной стимуляции. Испытуемые находились в удобной позе в положении сидя. МР отводили от камбаловидной мышцы левой ноги биполярными накожными электродами при монополярной стимуляции большеберцового нерва (0,1 мс, 3—7 мА) в области подколенной ямки. Оценивали кривую восстановления ТМСР при парной стимуляции в интервалах 20—900 мс до и во время ГВ. Периодичность парной стимуляции составляла 3 с. Для каждого интервала определяли три значения амплитуды ТМСР, которые затем усреднялись. Значение амплитуды МСР выражалось в процентах по отношению к контрольным значениям, принятым за 100 %.

Результаты и их обсуждение

В гипербарических условиях исследование начиналось практически сразу после достижения запланированной компрессии. ГВ приводило к увеличению МСР, значение амплитуды которого в сравнении с исходным повышалось до 120—160 %. Кривая угнетения ТМСР также подвергалась существенным изменениям (рис. 1). В ней можно было выделить, по крайней мере, два существенных отличия: снижение торможения ТМСР в интервалах 60—100 и 200—500 мс. Спинальные сегментарные процессы модулируются супраспинальными влияниями. Нами были использованы два приема воздействия на сегментарное торможение: маневр Иендрассика (МИ) и произвольная плантарная флексия стопы (ПФС). Как видно на рис. 2, а (1 — исходное состояние, 2 — на фоне маневра Иендрассика, 3 — на фоне произвольного напряжения трехглавой мышцы голени; по оси абсцисс — интервал между кондиционирующим и тестирующим стимулами, мс; по оси ординат — относительное значение тестирующего моносинаптического рефлекса, %). За 100 % принято значение моносинаптического рефлекса в отсутствие кондиционирующей стимуляции), оба этих приема сопровождалась существенным изменением кривой восстановления амплитуды ТМСР. МИ способствовал более полному восстановлению значений ТМСР в интервалах 200—700 мс. ПФС помимо этого сопровождалась выраженным снижением торможения ТМСР в интервалах 70—100 мс. Характерно, что при гипербарическом воздействии МИ не оказывал того влияния на кривую восстановления ТМСР в интервалах 200—500 мс (рис. 2, б; обозначения те же, что на рис. 2, а), которое отмечалось до ГВ (см. рис. 2, а). Наблюдалось только некоторое увеличение восстановления ТМСР в интервалах 700—900 мс. ПФС сопровождалась дополнительным снижением угнетения ТМСР в интервалах 60—100 мс (см. рис. 2, б). При больших интервалах между кондиционирующим и тестирующим стимулами существенного влияния на восстановление ТМСР этот прием в данных условиях не оказывал.

Заметное снижение торможения ТМСР при использовании МИ и в интервалах 200—700 мс, выявляемое в нормобарических условиях, по всей видимости, соответствует увеличению активности гамма-МН и снижению пресинаптического торможения, что согласуется с литературными данными [6, 7]. Торможение в интервалах до 100 мс при

этом практически не изменяется. ПФС приводит к более выраженным сегментарным перестройкам и сопровождается также угнетением торможения в интервалах до 100 мс. Этот феномен снижения сегментарного торможения показан не только при произвольном напряжении мышц у человека [1, 7], но и у животных во время локомоции [3].

Из представленных выше результатов эксперимента видно, что ГВ приводит к ослаблению сегментарных тормозящих реакций. Этот феномен может быть обусловлен двумя факторами: снижением эффективности тормозящих процессов или активным угнетением спинального торможения. При сравнительном анализе графиков на рис. 1 и 2 можно заключить, что изменения кривой восстановления ТМСР в период ГВ и в нормобарических условиях, но на фоне проведения МИ и ПФС имеют одинаковую тенденцию. Более того, МИ и ПФС во вре-

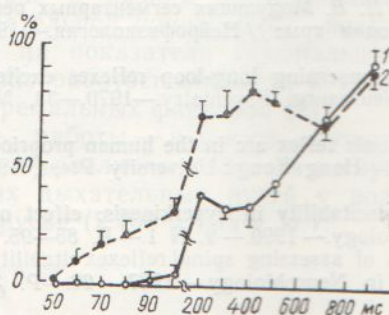
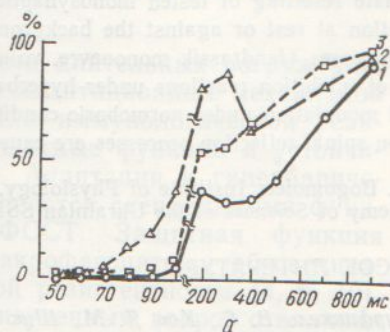


Рис. 1. Амплитуда тестирующего моносинаптического рефлекса у человека до воздействия на сегментарное торможение в нормобарических (1) и гипербарических (2) условиях.

Рис. 2. Амплитуда тестирующего моносинаптического рефлекса у человека при супраспинальной модуляции сегментарного торможения в нормобарических (а) и гипербарических (б) условиях.

мя парной стимуляции в гипербарических условиях уже не оказывают сколько-нибудь выраженного воздействия на торможение ТМСР в интервалах более 200 мс. На этом основании можно предположить, что ослабление тормозящих реакций при ГВ и используемых нами приемах супраспинальной модуляции сегментарных процессов обусловлено действием одних и тех же нейронных механизмов. Напротив, значительное дополнительное снижение торможения в интервалах до 100 мс при ПФС на фоне гипербарии указывает на функционирование различных механизмов реализации этих процессов.

Выявленное снижение тормозящих реакций может быть специфической реакцией ЦНС на гипербарическое воздействие или, напротив, может отражать общее неспецифическое возбуждение испытуемых, связанное с компрессией. Для решения этих вопросов необходимы дополнительные исследования.

I. A. Yakhnitsa

STATE OF HUMAN SPINAL INHIBITION REACTIONS UNDER HYPERBARIC CONDITIONS

The state of human spinal inhibition responses under normo- and hyperbaric pressure (6.5 ata) was comparatively studied. The paired stimulation method has been used to estimate resetting of tested monosynaptic reflex in the 20-900 ms interval of paired stimulation at rest or against the background of supraspinal modulation of spinal reflective processes (Jendrassik manoeuvre, voluntary plantar flexion) were studied. The depression of inhibition reactions under hyperbaric pressure identical to that during the supraspinal modulation under normobaric conditions is shown. It is supposed that these influences on spinal reflection processes are caused by the same neuronal mechanism.

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

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гурфинкель В. С., Коц Я. М., Шик М. Л. Регуляция позы человека.— М.: Наука, 1965.— 256 с.
2. Действие гипербарической среды на организм человека и животных / Под ред. В. Н. Черниговского.— М.: Наука, 1980.— 259 с.
3. Яхница И. А., Пилявский А. И., Булгакова Н. В. Модуляция сегментарных рефлекторных реакций во время реальной локомоции крыс // Нейрофизиология.— 1988.— N 3.— С. 326—333.
4. Gassel M. M. A critical review of evidence concerning long-loop reflexes excited by muscle afferents in man // J. Neurol Neurosurg. Psychiatry.— 1970.— 33, N 3.— С. 358—362.
5. Homma S., Kano M. Electrical properties of tonic reflex arc in the human proprioceptive reflex // Symposium on muscle receptors.— Hong Kong: University Press, 1962.— P. 167—174.
6. Pivik R. T., Bylsma F. Spinal motoneuron excitability in hyperkinesia: effect of the Jendrassik manoeuvre // Int. J. Psychophysiology.— 1990.— 9, N 1.— P. 85—95.
7. Schieppati M. The Hoffmann reflex: a means of assessing spinal reflex excitability and its descending control in man // Progress in Neurobiology.— 1987.— 28.— P. 345—376.
8. Taborikova H., Sax D. S. Conditioning of H-reflexes by a preceding subthreshold H-reflex stimulus // Brain.— 1969.— 92.— P. 203—212.

Ин-т физиологии им. А. А. Богомольца
АН УССР, Киев

Материал поступил
в редакцию 29.12.90

УДК 57.083.3+611.018.2+615.37

С. И. Павлович

Оценка реактивности физиологической системы соединительной ткани и содержания иммуноглобулинов у водолазов в условиях Заполярья Приэльбрусья

У водолазов-глубоководников изучены функциональное состояние физиологической системы соединительной ткани (ФССТ), а также содержание различных классов иммуноглобулинов в слизистой оболочке верхних дыхательных путей методом флюоресцирующих антител в условиях Заполярья и Приэльбрусья. Показано, что длительные погружения обуславливают снижение реактивности ФССТ и изменение показателей иммунологического статуса организма, в большей мере выраженные у опытных водолазов-глубоководников, имеющих свыше 2000 ч работы под водой. Спустя 2,5 мес после пребывания в условиях

© С. И. ПАВЛОВИЧ, 1991