

changes in heart rate variability during the blockade of cholinergic stimulation and structures in rats]. *Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra RAN* [Proceedings of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences], 2014, vol. 16, no. 5 (4), pp. 1224–1228.

5. Kuryanova Ye. V., Zhukova Yu. D., Gorst N. A., Zhukovina N. V. Volnovye kharakteristiki serdechnogo ritma nelineynykh krysv pri blokade perifericheskikh i tsentralnykh adrenergicheskikh struktur [The wave characteristics of cardiac rhythm nonlinear rats blockade of peripheral and central adrenergic structures]. *Sibirskiy nauchnyy meditsinskiy zhurnal* [Siberian Scientific Medical Journal], 2015, vol. 35, no. 2, pp. 23–30.

6. Mashkovskiy M. D. *Lekarstvennye sredstva* [Medications]. Moscow, 2007, 1206 p.

7. Cavero I., Lefèvre-Borg F., Gomeni R. Blood pressure lowering effects of N,N-di-n-propyl-dopamine in rats: evidence for stimulation of peripheral dopamine receptors leading to inhibition of sympathetic vascular tone. *J. Pharmacol. Exp. Ther.*, 1981, vol. 218, no. 2, pp. 515–524.

8. Cavero I., Massingham R., Lefèvre-Borg F. Peripheral dopamine receptors, potential targets for a new class of antihypertensive agents. Part II: Sites and mechanisms of action of dopamine receptor agonists. *Life Sci.*, 1982, vol. 31, no. 11, pp. 1059–1069.

9. Goldstein D. S., Benth O., M. Y. Park, Sharabi Y. LF power of heart rate variability is not a measure of cardiac sympathetic tone but may be a measure of modulation of cardiac autonomic outflows by baroreflexes. *Exp. Physiol.*, 2011, vol. 96, pp. 1255–1261.

10. Meng L., Dunckley E. D., Xu X. Effects of a single dose levodopa on heart rate variability in Parkinson's disease. *Zhonghua Yi Xue Za Zhi.*, 2015, vol. 95, no. 7, pp. 493–495.

11. Servant D., Logier R., Mouster Y., Goudemand M. Heart rate variability. Applications in psychiatry. *Encephale*, 2009, vol. 35, no. 5, pp. 423–428.

12. Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. Heart rate variability: standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use. *Circulation*, 1996, vol. 93, pp. 1043–1065.

УДК 611.711:576.75

ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ ОРГАНИЗМА ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ВАРИАНТАХ ГЕОМЕТРИИ ПОЗВОНОЧНИКА

Виктор Рудольфович Горст, доктор биологических наук, профессор, Астраханский государственный медицинский университет, Российская Федерация, 414000, г. Астрахань, ул. Бакинская, 121, horst1955@mail.ru

Мария Викторовна Полукова, магистрант, Астраханский государственный университет, Российская Федерация, 414056, г. Астрахань, пл. Шаумяна, 1, margolly@mail.ru

Иван Николаевич Полунин, доктор медицинских наук, профессор, Астраханский государственный медицинский университет, Российская Федерация, 414000, г. Астрахань, ул. Бакинская, 121, prejama@yandex.ru

Нина Александровна Горст, доктор биологических наук, профессор, Астраханский государственный университет, Российская Федерация, 414056, г. Астрахань, пл. Шаумяна, 1, nagorst@mail.ru

Светлана Николаевна Лычагина, начальник отдела, Астраханский государственный университет, Российская Федерация, 414000, г. Астрахань, ул. С. Перовской, 96а, svetlishko@list.ru

Искривление позвоночника оказывает существенное влияние на гемодинамику человека. Это обусловлено смещением сердца и крупных сосудов, а также сдавливанием нервных корешков в местах их выхода из спинномозгового канала. Целью настоящей работы было исследование вегетативного статуса, состояния сердечно-сосудистой системы, процессов формирования частоты и ритма сердца у здоровых испытуемых в условиях моделирования изменений положения позвоночника и подростков со сколиозом. Исследования выполнены на 80 школьниках и студентах в возрасте 12–22 лет. У испытуемых регистрировали показатели гемодинамики, записывали ЭКГ, проводили анализ variability сердечного ритма при различных функциональных состояниях позвоночника. Было установлено, что правосторонний сколиоз приводит к угнетению гемодинамики с повышением роли центральных регуляторных механизмов.

Ключевые слова: моделирование изгибов позвоночника, нарушение осанки, variability сердечного ритма, вегетативная регуляция

THE FUNCTIONAL STATE OF ORGANISM BY THE DIFFERENT TYPES OF GEOMETRY OF THE SPINE

Gorst Victor R., D.Sc. (Biology), Professor, Astrakhan State Medical University, 121 Bakinskaya Str., Astrakhan, 414000, Russian Federation, horst1955@mail.ru

Polukova Maria V., undergraduate student, Astrakhan State University, 1 Shaumyana Sq., Astrakhan, 414000, Russian Federation, marpolly@mail.ru

Polunin Ivan N., D.Sc. (Medicine), Professor, Astrakhan State Medical University, 121 Bakinskaya Str., Astrakhan, 414000, Russian Federation, prejama@yandex.ru

Gorst Nina A., D.Sc. (Biology), Professor, Astrakhan State University, 1 Shaumyana Sq., Astrakhan, 414000, Russian Federation, nagorst@mail.ru

Lychagina Svetlana N., Head of Department, Astrakhan State University, 96a S. Perovskoy Str., Astrakhan, 414004, Russian Federation, svetlishko@list.ru

Curvature of the spine has a significant impact on hemodynamics person. This is due to the displacement of the heart and large vessels, as well as compression of the nerve roots in the places where they come out of the spinal canal. The aim of this study was to investigate the vegetative status of the cardiovascular system, the processes of formation of rhythm and heart rate in healthy subjects in a simulation of changes in the position of the spine and of teenager with scoliosis. Investigations made on 80 teenager and students aged 12–22 years. We have registered hemodynamics, ECG recorded, analyzed heart rate variability at various functional conditions of the spine. It was found that the right-sided scoliosis leads to inhibition of hemodynamics with increased role of central regulatory mechanisms.

Keywords: simulation of curved the spine, violation of posture, heart rate variability, autonomic regulation

Позвоночник является опорной структурой скелета человека. Известно, что в позвоночнике на ранних этапах онтогенеза формируются физиологические изгибы, которые выполняют амортизирующую функцию. Однако под влиянием неблагоприятных факторов может увеличиваться кривизна физиологических изгибов позвоночного столба (кифоз) или возникать патологические искривления во фронтальной плоскости (сколиоз). В результате сколиоза и кифоза изменяется степень давления на вегетативные и соматические, афферентные и эфферентные нервные стволы, выходящие из спинномозгового канала. Компрессия нервных волокон оказывает существенное влияние на вегетативные и соматические функции организма. Вовлечение в патологический процесс вегетативных нейронов и их аксонов, или просто раздражение этих структур нарушает нормальное функционирование внутренних органов [1]. Чаще всего воздействию подвергаются эфферентные и афферентные отростки симпатического отдела вегетативной нервной системы на уровне от восьмого шейного до второго поясничного сегмента [2]. Опосредовано через симпатический отдел вегетативной нервной системы измененная конфигурация позвоночника оказывает влияние и на парасимпатическую нервную систему.

Искривления позвоночника и соответствующие нарушения конфигурации грудной клетки изменяют топографию внутренних органов грудной и брюшной полости. В первую очередь страдают наиболее функционально активные, лабильные и динамичные системы, к которым относится система кровообращения. Изменения в позвоночнике оказывают существенное влияние на деятельность сердечно-сосудистой системы в целом и состояние ритмообразовательной функции сердца в частности [3]. Нарушается венозный возврат крови к сердцу в системе большого и малого круга кровообращения, затрудняется систолический выброс, нарушается синхронность в сокращении камер сердца. Нарушение выброса крови из камер сердца в магистральные сосуды дестабилизирует работу барорецепторов рефлексогенных зон дуги аорты и каротидного синуса. Предположительно раздражение рефлексогенных зон приводит к расстройству ритмообразовательной функции или, по крайней мере, к изменению параметров ритмообразования. Нарушается положение электрической оси сердца. Патологические процессы шейного и грудного отделов позвоночника могут сопровождаться нарушениями сердечного ритма, которые выражаются синусовой тахикардией, предсердной и желудочковой экстрасистолией, пароксизмальной тахикар-

дией. Локальные изменения шейного отдела позвоночника сопровождаются раздражением звездчатого ганглия, приводят к нарушению сердечного ритма и удлинению интервалов на ЭКГ. Данные нарушения обусловлены ирритативным воздействием на симпатические вегетативные образования определенных позвоночных структур [4]. Вертеброгенные нарушения ритма сердца возникают при физических нагрузках, неловких движениях, степень их выраженности коррелирует с течением неврологических проявлений остеохондроза [2; 5].

Изменения в функциях сердечно-сосудистой системы при патологии позвоночника и окружающих тканях могут быть причинами расстройства компенсаторно-приспособительных процессов организма в целом. В связи с этим представляется актуальным детальное изучение изменений показателей сердечной деятельности и гемодинамики при различных функциональных состояниях позвоночного столба, как в условиях нормы, так и патологии.

Целью настоящей работы являлось определение вегетативного статуса и динамики показателей работы сердечно-сосудистой системы у школьников и студентов при боковых наклонах позвоночного столба в норме и при сколиозах.

Исследования выполнены на 80 студентах и школьниках в возрасте от 12 до 22 лет. У испытуемых в условиях относительного функционального покоя регистрировали частоту сердечных сокращений (ЧСС), систолическое и диастолическое артериальное давление (АДс, АДд), измеряли электропроводность кожи (ЭПК), записывали ЭКГ с помощью аппаратно-программного комплекса «Варикард 2.51», проводили анализ вариабельности сердечного ритма по программе ИСКИМ6. На основании полученных данных рассчитывали среднее артериальное давление (АДср), систолический объем (СО), минутный объем кровотока (МОК), вегетативный индекс Кердо (ВИ), адаптационный потенциал (АП), индекс функциональной активности симпатической нервной системы (ИФАСНС). Регистрация изучаемых показателей сердечно-сосудистой системы проводилась при горизонтальном положении испытуемых лежа на спине с прямым и изогнутым под углом 30–40° в правую и левую стороны позвоночнике.

Гемодинамические показатели и результаты математического анализа вариабельности сердечного ритма при различных отклонениях позвоночника у испытуемых без патологических изменений представлены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1

Гемодинамические показатели в горизонтальной позиции испытуемых при различных положениях позвоночника (n = 40)

Изучаемые показатели	Без отклонения	Отклонение вправо	Отклонение влево
ЧСС, в мин.	76,8 ± 1,8	76,3 ± 1,8	74,9 ± 1,6**^
АДс, мм рт.ст.	110,6 ± 1,6	107,1 ± 1,6**	107,2 ± 1,7*
АДд, мм рт.ст.	68,8 ± 1,3	68,6 ± 1,5	69,4 ± 1,3
АДср, мм рт.ст.	82,7 ± 1,4	81,4 ± 1,5*	82 ± 1,5
СО, мл	67,5 ± 1,6	66,0 ± 1,6	65,1 ± 1,4
МОК, мл	5188 ± 175	5037 ± 171	4895 ± 159*
АП, усл.ед.	1,98 ± 0,04	1,92 ± 0,04*	1,94 ± 0,05*
ВИ, усл. ед.	8,6 ± 2,6	8,1 ± 3,0	5,3 ± 3,1
ЭПК, мкА	77,7 ± 4,3	74,5 ± 4,7	76,1 ± 5,2
ИФАСНС, усл.ед.	66,2 ± 4,3	61,0 ± 4,2***	60,2 ± 4,0**

Примечание: *P < 0,05, **P < 0,02, ***P < 0,01 – дано в сравнении с положением без отклонения (метод прямых разностей); ^P < 0,01 – дано в сравнении с отклонением вправо.

Таблица 2

Результаты спектрального анализа вариабельности кардиоинтервалов в горизонтальной позиции испытуемых при различных положениях позвоночника (n = 40)

Исследуемые показатели	Без отклонения	Отклонение вправо	Отклонение влево
ЧСС, в мин.	76,8 ± 1,8	76,3 ± 1,8	74,9 ± 1,6**^
МхDMп, мс	252,4 ± 13,2	240,6 ± 13,1	244,4 ± 10,9
SKO, мс	48,5 ± 2,6	46,5 ± 2,6	47,5 ± 2,2
Mo, мс	792,2 ± 19,2	799,7 ± 19,8	814,3 ± 18,1 ***^^
AMo, %	49,2 ± 3,4	50,9 ± 3,4	48,5 ± 3,8
Si, усл.ед.	184,2 ± 34,7	189, ± 32,2	180,3 ± 47,0
TP, мс ²	2350 ± 223	2355 ± 248	2222 ± 203
HFP, %	45,0 ± 2,4	42,1 ± 2,5	41,4 ± 2,7
LFP, %	38,6 ± 1,7	39,0 ± 1,8	37,7 ± 1,7
VLFP, %	16,4 ± 1,4	18,9 ± 1,9	20,9 ± 2,0**
LF/HF	1,07 ± 0,11	1,22 ± 0,14	1,25 ± 0,15*
VLF/HF	0,48 ± 0,07	0,71 ± 0,16	0,83 ± 0,16***
IC, усл.ед.	1,55 ± 0,17	1,92 ± 0,26*	2,07 ± 0,29***
PARS, усл.ед.	3,78 ± 0,27	3,68 ± 0,25	3,23 ± 0,27*

Примечание: *P < 0,05, **P < 0,02, ***P < 0,01 – дано в сравнении с положением без отклонения (метод прямых разностей); ^P < 0,01 – дано в сравнении с отклонением вправо.

Для исследования влияния сколиоза на гемодинамические показатели были отобраны испытуемые с отклонениями позвоночника в правую и левую стороны под углом 15–20°. Контрольную группу составили студенты и школьники без нарушения осанки. В горизонтальном положении испытуемых нами выявлены отличия по некоторым гемодинамическим показателям между группами лиц со сколиозом и без него, а также между испытуемыми с различными направлениями отклонения позвоночного столба. Результаты исследования представлены в таблице 3.

Таблица 3

Гемодинамические показатели и вегетативные индексы при различных состояниях позвоночника (n = 40)

Исследуемые показатели	Нормальное состояние позвоночника (n = 24)	Левосторонний сколиоз (n = 11)	Правосторонний сколиоз (n = 5)
ЧСС, в мин.	74,0 ± 2,1	82,2 ± 3,9	78,1 ± 4,3
АДс, мм рт.ст.	111,7 ± 2,0	112,3 ± 2,8	102,0 ± 3,4**^^
АДд, мм рт.ст.	68,5 ± 2,1	69,1 ± 1,9	70,0 ± 1,6
АДср, мм рт.ст.	82,9 ± 2,0	83,5 ± 2,2	80,7 ± 2,8**^
СО, мл	68,6 ± 2,3	70,1 ± 2,0	62,1 ± 1,4***^^^
МОК, мл	5089 ± 234	5729 ± 255	4854 ± 303^
АП, усл.ед.	1,96 ± 0,06	2,01 ± 0,09	1,86 ± 0,10
ВИ, усл.ед.	5,4 ± 4,0	14,8 ± 3,1	9,5 ± 3,9
ЭПК, мкА	77,8 ± 6,5	80,7 ± 5,8	70,4 ± 8,7
ИФАСНС, усл.ед.	2,6 ± 0,2	2,7 ± 0,2	2,1 ± 0,2*

Примечание: *P < 0,05, **P < 0,01, ***P < 0,001 – дано в сравнении с нормальным состоянием позвоночника; ^P < 0,05, ^^P < 0,02, ^^P < 0,01 – дано в сравнении с левосторонним сколиозом.

В ходе исследования было выявлено, что наиболее выраженные изменения в функциональном состоянии сердечно-сосудистой системы происходят при отклонении туловища влево и при правостороннем сколиозе, когда вогнутая часть позвоночной дуги также ориентирована влево. Такая избирательность реакции при указанных состояниях может быть обусловлена неравномерным воздействием позвоночника и структур паравerteбральной области на правые и левые преганглионарные нервные волокна симпатического отдела вегетативной нервной системы. В литературе имеются сведения, что правые ветви симпатической нервной системы стимулируют пре-

имущественно правые камеры сердца, оказывая тем самым влияние на состояние сино-атриального узла и ритмообразующую функцию сердца. В то же время левосторонние симпатические волокна оказывают преобладающее воздействие на левые отделы сердца [6]. Нами было установлено, что при изгибе позвоночника влево частота сердечных сокращений, среднее артериальное давление, минутный объем кровотока, адаптационный потенциал, индекс функциональной активности симпатической нервной системы, суммарная активность регуляторных систем (PARS) свидетельствуют о снижении функциональной активности кардиоваскулярной системы. В то же время показатели спектрального анализа вариабельности сердечного ритма, указывают на повышение роли центральных регуляторных механизмов, направленных преимущественно на увеличение доли симпатических влияний в отношении клеточных структур сердца. Полученные результаты свидетельствуют, по нашему мнению, о компенсаторном усилении активности симпатической нервной системы в данных экспериментальных условиях.

Список литературы

1. **Калабанов В. К.** Дурально-мышечно-венолимфатическая помпа позвоночника. Сообщ. II. Экспериментальные данные магнитно-резонансной томографии о функциональном смещении дурального мешка спинного мозга в эпидуральном и субарахноидальном пространствах / В. К. Калабанов // Мануальная терапия. – 2007. – № 1. – С. 74–81.
2. **Проскурин В. В.** Мануальная терапия висцеральных проявлений остеохондроза позвоночника / В. В. Проскурин. – Москва : Российский ун-т дружбы народов, 1993. – 148 с.
3. **Агаджанян Н. А.** Спектральный анализ в оценке управления ритмом сердца в юношеском периоде / Н. А. Агаджанян, О. А. Бутова, Л. Д. Цатурян // Эколого-физиологические проблемы адаптации. – Москва : Российский ун-т дружбы народов, 2007. – С. 13–15.
4. **Петров В. И.** Интегральная оценка функционального состояния вегетативной нервной системы / В. И. Петров, А. С. Попов, А. В. Иноземцев // Вестник Российской академии медицинских наук. – 2004. – № 4. – С. 14–18.
5. **Шумская Т. Н.** Регуляция сердечно-сосудистой системы и функции дыхания у больных юношеским кифозом / Т. Н. Шумская, М. Н. Яковлева, А. В. Овечкина // Система реабилитации детей с поражением опорно-двигательного аппарата. – Ленинград, 1989. – С. 120–124.
6. Учебное пособие по физиологии сердца / под ред. М. Г. Удельнова, Г. Е. Самониной. – Москва : Московский гос. ун-т, 1986. – 168 с.

References

1. Kalabanov V. K. Duralno-myshechno-venolimfaticeskaya pompa pozvonochnika. Soobshch. II. Eksperimentalnye dannye magnitno-rezonansnoy tomografii o funktsionalnom smeshchenii duralnogo meshka spinnogo mozga v epiduralnom i subarakhnoidalnom prostranstvakh [Dural-musculo-veno-lymphatic pump spine. Post II. The experimental data of magnetic resonance imaging of the functional shift of the dural sac of the spinal cord in the epidural and subarachnoid spaces]. *Manualnaya terapiya* [Manual Therapy], 2007, no. 1, pp. 74–81.
2. Proskurin V. V. *Manualnaya terapiya vistseralnykh proyavleniy osteokhondroza pozvonochnika* [Chiropractic visceral manifestations of osteochondrosis]. Moscow, Peoples' Friendship University of Russia Publ., 1993, 148 p.
3. Agadzhanyan N. A., Butova O. A., Tsaturyan L. D. Spektralnyy analiz v otsenke upravleniya ritmom serdtsa v yunosheskom periode [Spectral analysis in the evaluation of cardiac rhythm control in adolescence]. *Ekologo-fiziologicheskie problemy adaptatsii* [Ecological and physiological adaptation problems]. Moscow, Peoples' Friendship University of Russia Publ., 2007, pp. 13–15.
4. Petrov V. I., Popov A. S., Inozemtsev A. V. Integralnaya otsenka funktsionalnogo sostoyaniya vegetativnoy nervnoy sistemy [Integral assessment of the functional state of the autonomic nervous system]. *Vestnik Rossiyskoy akademii meditsinskikh nauk* [Bulletin of the Russian Academy of Medical Sciences], 2004, no. 4, pp. 14–18.
5. Shumskaya T. N., Yakovleva M. N., Ovechkina A. V. Regulyatsiya serdechno-sosudistoy sistemy i funktsii dykhaniya u bolnykh yunosheskim kifozom [The regulation of the cardiovascular system and respiratory function in patients with juvenile kyphosis]. *Sistema reabilitatsii detey s*

porazheniem oporno-dvigatel'nogo apparata [Bulletin of the Russian Academy of Medical Sciences], Leningrad, 1989, pp. 120–124.

6. *Uchebnoe posobie po fiziologii serdtsa* [Textbook on the physiology of the heart]. Ed. by Udelnov, G. Ye. Samoninova. Moscow, Moskow State University Publ., 1986, 168 p.

УДК 612.1

ОСОБЕННОСТИ МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И ПОКАЗАТЕЛЕЙ ВАРИАБЕЛЬНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА ЛИЦ ЮНОШЕСКОГО И ЗРЕЛОГО ВОЗРАСТА

Светлана Николаевна Лычагина, начальник отдела, Астраханский государственный университет, Российская Федерация, 414000, г. Астрахань, ул. С. Перовской, 96а, svetlishko@list.ru

Нина Александровна Горст, доктор биологических наук, профессор, Астраханский государственный университет, Российская Федерация, 414056, г. Астрахань, пл. Шаумяна, 1, nagorst@mail.ru

Виктор Рудольфович Горст, доктор биологических наук, профессор, Астраханский государственный медицинский университет, Российская Федерация, 414000, г. Астрахань, ул. Бакинская, 121, horst1955@mail.ru

Любовь Васильевна Горячкина, магистрант, Астраханский государственный университет, Российская Федерация, 414056, г. Астрахань, пл. Шаумяна, 1, lyubov_goryachki@mail.ru

Мария Викторовна Полукова, магистрант, Астраханский государственный университет, Российская Федерация, 414056, г. Астрахань, пл. Шаумяна, 1, marpolly@mail.ru

Цель нашего исследования – сравнительная оценка морфофункциональных показателей и показателей variability сердечного ритма у лиц юношеского и первого периода зрелого возраста. Исследование проводили на 200 испытуемых-добровольцах, мужчинах и женщинах, юношеского и первого периода зрелого возраста. Была проведена регистрация антропометрических (длины и массы тела, окружности грудной клетки) и морфофизиологических показателей (артериального давления, частоты сердечных сокращений, электропроводности кожи) в состоянии относительного функционального покоя. Для достижения цели у испытуемых также снимали электрокардиограмму в положении сидя.

Ключевые слова: адаптация организма, адаптационный потенциал, индекс Кердо, индекс Кетле, variability сердечного ритма, вегетативная регуляция

MORPHOFUNCTIONAL FEATURES PARAMETERS AND HEART RATE VARIABILITY OF PERSONS OF YOUTHFUL AND ADULT HUMAN

Lychagina Svetlana N., Head of Department, Astrakhan State University, 96a S. Perovskoy Str., Astrakhan, 414004, Russian Federation, svetlishko@list.ru

Gorst Nina A., D.Sc. (Biology), Professor, Astrakhan State University, 1 Shaumyana Sq., Astrakhan, 414000, Russian Federation, nagorst@mail.ru

Gorst Victor R., D.Sc. (Biology), Professor, Astrakhan State Medical University, 121 Bakinskaya Str., Astrakhan, 414000, Russian Federation, horst1955@mail.ru

Goryachkina Lyubov V., undergraduate student, Astrakhan State University, 1 Shaumyana Sq., Astrakhan, 414000, Russian Federation, estnauki2009@rambler.ru

Polukova Maria V., undergraduate student, Astrakhan State University, 1 Shaumyana Sq., Astrakhan, 414000, Russian Federation, marpolly@mail.ru

Purpose of our research – a comparative evaluation of morphological and functional parameters and heart rate variability in patients youthful and mature age of the first period. The study was conducted on 200 subjects volunteers, men and women, of youthful and mature age of the first period. Registration was conducted anthropometric (height and weight, chest circumference) and morphological and physiological parameters (blood pressure, heart rate, skin conductivity) in a state