

6. THE MEASUREMENT RESULTS: SOME EXAMPLES

The developed bio-sensor unit had undergone several tests, and some interesting clinical results were obtained; they will be presented and discussed below. Most of these measurements were taken from the middle fingertip of the left hand.

We observed and recorded several abnormalities of heart function, including partial or total lack of one heartbeat in the cardiac sequence (see fig. 6). Typically, the next heartbeat after the missing one is more intensive than others in the sequence, so obviously the heart is auto-

compensating the short-term lack of blood pumping. The monitored persons did not feel any discomfort during the missing heartbeat. This phenomenon was recorded several times, so there was little doubt that both persons had trouble with heart functioning, and they were recommended to visit cardiologist for further investigations.

Consequently, the PPG sensor unit appeared helpful for early warning of cardio-vascular dysfunction, so it seems to have good potential for primary cardio-vascular assessment and early screening of the risk patient groups in future.

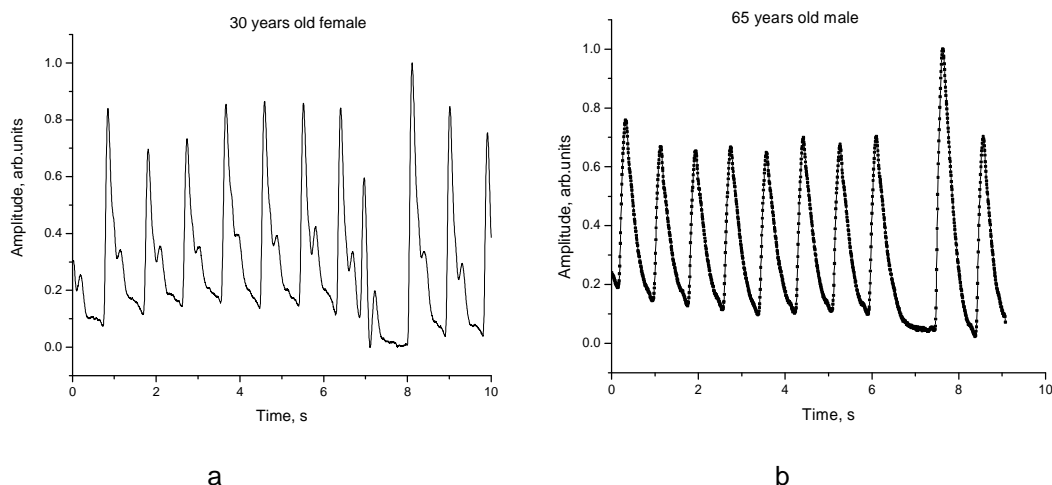


Fig. 6. The observed heartbeat irregularities for two monitored persons

7. SUMMARY

- A small-size portable PPG sensor device (44×32×9 cm, 4,1 kg, battery-powered) is designed, constructed and tested.
- The contact probe design provides reliable pulsating blood flow measurements at different sites of the body.
- Several interesting clinical conditions have been recorded with the device by temporal analysis of the PPG signals – heartbeat irregularities, *arrhythmic* and *spasmodic* responses to intensive physical exercises, right-left hand fingertip blood flow differences, etc.
- Shapes of mean SPPPG signals recorded at various locations of the body contain valuable cardiovascular information.
- The proposed approach and sensor design proved to be suitable for fast primary cardiovascular assessment and early screening.

REFERENCES

1. A. B. Hertzman. "Photoelectric plethysmograph of the finger and toes in man", *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.*, 37, pp. 1633-1637, 1937.
2. H. Ugnell. "Photoplethysmographic Heart and Respiratory Rate Monitoring", Ph. D. Thesis No. 386, Linköping University, 2002.
3. M. Nitzan, H. de Boer, S. Turivnenko et al. "Power spectrum analysis of spontaneous fluctuations in the photoplethysmographic signal", *J. Bas. Clin. Physiol. Pharmacol.*, 5, No. 3-4, pp. 269-276, 1994.

4. J. Spigulis, U. Rubins. "Photoplethysmographic sensor with smoothed output signals", *Proc. SPIE*. 3570, 2003, pp. 195-199.

5. M. Ozols, J. Spigulis. "Acquisition of biosignals using the PC sound card", *Proc. Int. Conf. "Biomedical Engineering"* (KTU, Kaunas, LT), pp. 24-27, 2001.

6. M. Ozols, J. Spigulis. "Analog-to-digital conversion of bio-signals by means of the PC sound card", *Proc. Baltic Electronics Conference BEC'2002* (TTU, Tallinn, EE), 2002.

ДИАГНОСТИКА И ВОССТАНОВЛЕНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННОГО ЗРЕНИЯ КАК ОДИН ИЗ СПОСОБОВ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ДВИЖЕНИЯ

Алфёров Н.Н., Казанцев К.Б.

Дорожная клиническая больница на станции
Иркутск-Пассажирский ВСЖД,
Иркутск

Работа посвящена исследованию восстановлению пространственного зрения у пациентов, в котором особое внимание уделялось развитию бинокулярных связей зрительно-глазодвигательной системы. Восстановление пространственного зрения проводилось у 53 пациентов в возрасте от 23 до 44 лет, связанных с движением поездов. Исследование выполнялось с использованием тестов на слияние двойных изображений предъявляемых без разделителей полей зрения и оптики. В процессе исследования эмпирически оп-

ределялось расстояние от глаз до теста и между центрами элементов теста, при котором положение глаз в орбитах было симметрично. Положение теста считалось найденным, если правильные ответы пациента на вопросы совпадали с симметричным положением глаз в орбитах. С этого момента пациент получал новую задачу, направленную на восстановление связи центров зрительных сигналов с обоих глаз и центров управления вергенцией. Выполнение этой задачи сопровождалось неприятным или болевым ощущением в области глазодвигательных мышц, которое снижалось по мере восстановления функциональной организации бинокулярных связей. Постепенно увеличивая нагрузку на зрительно-глазодвигательную систему, изменяя условия предъявления теста, развивался рефлекс бификсации, улучшающейся и закрепляющейся с каждой тренировкой. В ходе восстановления осуществлялся постоянный контроль необходимого положения глаз в орбитах и зрительного ощущения пациента в ответ на предъявляемый тест.

Восстановление функциональной организации бинокулярных связей зрительно-глазодвигательной системы является принципиально важным моментом в восстановлении пространственного зрения и адекватного восприятия экстраперсонального пространства. В процессе лечения по данной методики процент восстановления пространственного зрения составил 85 %. Считаем, что использование данной методики экономически обосновано при реабилитации пациентов, связанных с движением поездов и может быть рекомендовано для широкого применения как один из способов медицинского обеспечения безопасности движения поездов.

Данная методика применима в автомобильном транспорте, авиации и космонавтике.

МЕТОДЫ КОМПЬЮТЕРНОЙ СТАБИЛОГРАФИИ И НЕЛИНЕЙНОЙ ДИНАМИКИ В ЗАДАЧАХ ОЦЕНКИ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ЧЕЛОВЕКА

Винарская Е.Н., Кууз* Р.А., Фирсов** Г.И.

**Московская медицинская
академия им.И.М.Сеченова,*

***Институт машиноведения
им. А.А.Благонравова РАН,*

Исследование колебаний центра тяжести тела человека при поддержании заданной позы представляет большой интерес с диагностической точки зрения, поскольку хорошо известно, что эти колебания несут большой объем информации о состоянии ЦНС. Колебания, обычно регистрируемые с помощью стабیلлографической платформы, имеют характер широкополосного случайного процесса со спадающим спектром в области частот от нуля до 8-10 и более Гц. Для их анализа использовались различные статистические характеристики, одно- и двумерные гистограммы, плотности распределения, применялся спектральный и корреляционный анализ [1]. Это позволило описать характерные особенности стабیلлограмм, однако возможности применения получаемых признаков для

диагностики функционального состояния человека ограничены, что заставляет искать новые методы обработки экспериментальных данных и выявления диагностических признаков.

В связи с этим, представляется целесообразным анализировать функциональное состояние человека как интегративное описание физико - химических, биологических, биолого - социальных и социально-культурных, прежде всего технических, объектов и явлений действительности, способных к системной самоорганизации и саморегуляции, имеющих ритмически изменчивую колебательную природу и допускающих те или иные способы их объективного измерения и субъективной оценки. При этом, разделение состояний психической напряженности на операциональную и эмоциональную содержит в своей основе различие эмоционально-оценочных характеристик деятельности, поскольку очень интенсивная, высоконапряженная деятельность в условиях дефицита времени на переработку информации и принятие решений не приведет к развитию характерных для эмоционального стресса последствий, если человек находится в зоне эмоционального комфорта. В случае же любой конфликтной ситуации, связанной с несоответствием целей и мотивов и субъективным рассогласованием, порождающим эмоциональный дискомфорт, психическая напряженность порождает состояние эмоционального стресса со всеми его последствиями. При этом, состояние напряжения и, в частности, та область этих состояний, которая носит эмоциональный характер, сопровождается активностью скелетной мускулатуры, проявляющейся в позе. На базе системно-функциональных идей П.К.Анохина, в т.ч. об эфферентном синтезе, и теории Н.А.Бернштейна об иерархическом механизме управления движениями статика позы может рассматриваться в контексте целостной функциональной системы организма с учетом специфических для каждого уровня управления сенсорных синтезов.

Рассматривалась динамическая модель, описывающая основные свойства широкополосных случайных колебаний биомеханической системы, наблюдающихся при сохранении позы в спокойной стойке. Скелетно - мышечная система человека представлена трехзвенным перевернутым маятником с упругими связями. Предполагается, что управляющее воздействие со стороны ЦНС формируется одновременно на основе программного задания жесткости суставов и управления моментом сил в суставах на основе пропорциональных и пропорционально - дифференциальных запаздывающих нелинейных обратных связей. Экспериментально подтверждена автоколебательная природа наблюдаемого случайного процесса, сопровождающего поддержание позы, оценено эффективное число степеней свободы тела, определяемое минимальным числом независимых динамических переменных, необходимым для описания поведения системы и равным размерности вложения аттрактора, лежащим в пределах от 3 до 5. Таким образом, исследуемый объект может рассматриваться как динамическая система с малым числом степеней свободы, что отвечает концепции Н.А.Бернштейна о преодолении избыточных степеней свободы за счет наложения до-