

Биомедицинские приборы и системы

УДК 615.471:616-07

В.В. Шевченко, канд. техн. наук, О.В. Осадчий, О.С. Єсипенко

Розробка способу виділення інформативних параметрів фотоплетизмосигнала для визначення системних реакцій на МЛТ

Предметом исследования данной статьи являются информативные параметры фотоплетизмосигнала. В процессе исследования были выбраны физиологические сигналы и сформировано пространство информативных признаков, с помощью которых можно контролировать изменение адапционных свойств организма человека под воздействием МЛТ.

В результате анализа фотоплетизмографического сигнала установлено, что при извлечении из него информативных признаков целесообразно использовать структурные методы анализа как во временной, так и в частотной областях. Для анализа фотоплетизмосигнала во временной области выбрано кодирование фотоплетизмограммы пятью точками. На основе такого кодирования введен информативный параметр S , определяемый площадью под кривой фотоплетизмограммы.

The subjects of study in this article are informative parameters fotopletizmosignal. In the course of the study were selected physiological signals, and the space formed by informative features that can be used to monitor changes in the properties of adaptation of the human body under the influence of MLT.

It is set as a result of analysis of fotopletizmograpgh signal, that at extraction from him of informing signs it is expedient to use the structural methods of analysis both in temporary and in frequency realms.

Ключові слова: *Фотоплетизмограма, магнітолазерна терапія, аналіз Фур'є.*

Вступ

Попередні дослідження показали, що основною проблемою магнітолазерної терапії (МЛТ) є нерозуміння, яким чином можна перенести результати досліджень контрольних проб за межами живого організму. Це пов'язано з тим, що зворотний зв'язок з контролюючим середовищем відсутній [1]. Проведене вивчення окремих механізмів біологічної дії МЛТ, вирваних з контексту загальних регулюючих чинників ставить

більше питань, ніж відповідей. Відсутність єдиної теорії механізмів дії МЛТ на біооб'єкти, яка об'єднує всі відомі ефекти, не дозволяє здійснювати прогноз відносно найбільш значимих параметрів регулювання фізіологічних параметрів живих систем за допомогою МЛТ. Це обмежує розвиток методології МЛТ і вживання методу в клінічній практиці в цілому.

На підставі проведеного авторами статті аналітичного огляду можна зробити висновок, що контроль зміни адапційного статусу організму дозволяє визначити системні реакції на МЛТ, але відсутність надійних аналітичних критеріїв цих реакцій знижує ефективність управління нею [1-4]. Для здобуття таких критеріїв може бути використана методика пальцевої фотоплетизмографії [5]. В той же час, сучасні математичні методи і інформаційні технології, спираючись на ідеологію системного підходу, дозволяють розв'язувати досліджувані класи завдань з достатньою для практики якістю в умовах нечіткого і неповного опису вихідних даних і при структурі класів, що погано формалізується.

З урахуванням сказаного, ціллю даної роботи є підвищення ефективності МЛТ за допомогою нечіткого управління інтенсивністю лазерного випромінювання на основі аналізу динаміки структурних і спектральних характеристик фотоплетизмограми.

Для досягнення поставленої мети необхідно розробити спосіб управління магнітолазерною терапевтичною дією в процесі проведення фізіотерапевтичної процедури МЛТ, за допомогою якого можна понизити або повністю виключити негативні явища, пов'язані з МЛТ.

Для реалізації способу управління лазерною терапією необхідно вибрати фізіологічні сигнали і сформувані простір інформативних ознак, за допомогою якого можна контролювати зміну адапційних властивостей організму людини під впливом МЛТ.

Кодові точки фотоплетизмограми

Інформативні параметри фотоплетизмограми групуються за двома ознаками:

По вертикальній осі досліджуються амплітудні характеристики пульсової хвилі, які відповідають анакротичному і дикротичному періоду. Не дивлячись на те, що ці параметри є відносними, їх вивчення в динаміці надає цінну інформацію про силу судинної реакції. У цій групі ознак вивчаються амплітуда анакротичної і дикротичної хвилі, індекс дикротичної хвилі. Останній показник має абсолютне значення і власні нормативні показники.

По горизонтальній осі досліджуються часові характеристики пульсової хвилі, які надають інформацію про тривалість серцевого циклу, співвідношення і тривалість систоли і діастоли. Ці параметри мають абсолютні значення і можуть порівнюватися з існуючими нормативними показниками. У цій групі параметрів вивчаються тривалість анакротичної фази пульсової хвилі, тривалість дикротичної фази пульсової хвилі, тривалість фази вигнання, тривалість пульсової хвилі, індекс висхідної хвилі, час наповнення, тривалість фази систоли серцевого циклу, тривалість фази діастоли серцевого циклу, час віддзеркалення пульсової хвилі, частота серцевих скорочень [8].

На рис. 1. представлені основні кодуючі точки об'ємного пульсу.

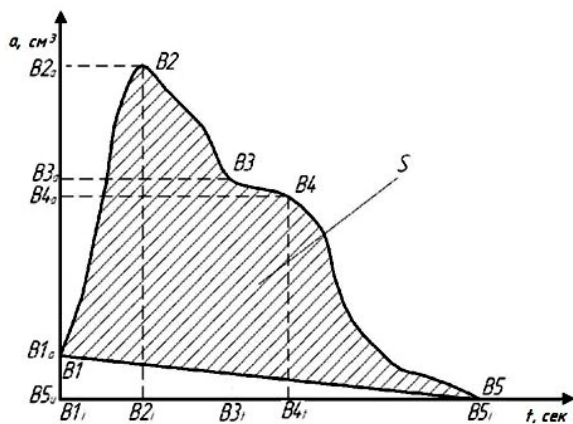


Рис. 1 Основні кодуючі точки об'ємного пульсу

Точка B1 відповідає початку періоду вигнання періоду систоли, точка B2 відповідає моменту максимального розширення судини у фазу форсованого вигнання, точка B3 відповідає протодіастолічному періоду, точка B4 відповідає початку діастоли, точка B5 відповідає початку кінця діастоли і вказує на завершення серцевого циклу.

На рис.1 можна виділити амплітудні параметри фотоплетизмограми (вісь ординат a) та її часові параметри (вісь абсцис t).

Інформативні параметри фотоплетизмограми

Як показав аналіз параметрів фотоплетизмограми, як носії інформації можуть бути

використані амплітудні, часові і частотні параметри фотоплетизмограми, тому для їх дослідження необхідно використовувати комбінацію амплітудних і часових методів аналізу.

В якості амплітудно-часового параметра фотоплетизмограми було запропоновано параметр, що описує площу фотоплетизмограми (тобто площа фігури, заштрихованої на рис.1). Розмірність цього параметра визначається таким чином :

Вимірюється у відносних одиницях.

Розмірність: (амплітуда) x (час).

Амплітудно-частотний параметр фотоплетизмограми обчислюється за формулою:

$$S = \sum_{i=1}^N (a_i - (\frac{B5_a - B1_a}{B5_t - 1} \cdot i + B5_a - B5_t \cdot \frac{B1_a - B5_a}{1 - B5_t}))$$

де a_i - величина i-го відліку фотоплетизмограми, N - число відліків в аналізованій фотоплетизмограмі в інтервалі [B1t, B5t].

Перед тим, як приступати до аналізу фотоплетизмограми, виберемо апертуру її аналізу. Виходячи з огляду літературних джерел [6,7], можна зробити висновок, що досліджувати необхідно хвилі першого, другого і третього порядку. Оскільки хвилі третього порядку спостерігати вельми проблематично, то обмежимося аналізом хвиль першого і другого порядку. Враховуючи, що середня частота коливань, яка відповідає хвилям другого порядку, складає 0,2 Гц, обмежимося апертурою спостереження фотоплетизмограми 30 с, на якій можуть розміститися, в середньому, шість дихальних циклів. На рис. 2 показаний амплітудний спектр Фур'є у вікні завдовжки 30000 відліків, а на рис. 3 показаний амплітудний спектр Фур'є того ж самого сигналу, але у вікні завдовжки 3000 відліків.

Представлені рисунки показують, що збільшення довжини вікна не має істотного впливу на структуру сигналу.

Вірність обрання діапазону аналізу фотоплетизмограм можна підтвердити ілюстративно.

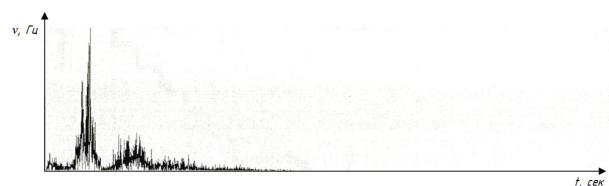


Рис. 2. Амплітудний спектр Фур'є фрагмента фотоплетизмограми (30000 відліків, частота дискретизації 100 Гц)

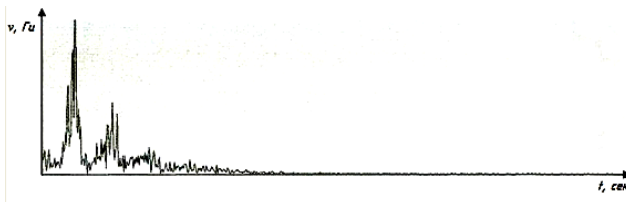


Рис.3. Амплітудний спектр Фур'є фрагмента фотоплетизмограми (3000 відліків, частота дискретизації 100 Гц)

Висновки

В результаті аналізу фотоплетизмографічного сигналу встановлено, що при видобуванні з нього інформативних ознак доцільно використовувати структурні методи аналізу як в часовій, так і в частотній областях.

Для аналізу фотоплетизмосигнала в часовій області вибрано кодування фотоплетизмограми п'ятьма точками. На основі такого кодування введений інформативний параметр S , який визначається площею під кривою фотоплетизмограми.

На основі статистичних досліджень фотоплетизмосигналів і їх спектрів вибрана апертура спостереження фотоплетизмосигналів і частота їх дискретизації.

Інформативні ознаки необхідно добувати як з часових параметрів, так і із спектральних параметрів фотоплетизмосигнала.

Література

1. Гаркави Л.Х. Антистрессорные реакции и активационная терапия [Текст] / Л. Х. Гаркави. - М.: Имедис, 1998. 556 с.
2. Гаркави Л.Х. Адаптационные реакции и резистентность организма [Текст] / Л.Х. Гаркави. - Ростов-на-Дону, 1990. 224 с.

3. Загускин С.Л. Лазерная и биоуправляемая квантовая терапия [Текст] / С.Л. Загускин, С.С. Загускина. - М.: «Квантовая медицина», 2005. 220с.
4. Капустина Г.М. Внутрисосудистое облучение крови, механизмы клинической эффективности, побочные действия, показания и противопоказания [Текст] / Г.М. Капустина, Г.Н. Максюшина, В.В. Малахов // Матер. Междунар. конфер. «Новые направления лазерной медицины». - М., 1996. С. 230-231.
5. Капустина Г.М. Пути индивидуального подбора доз внутривенной лазерной терапии [Текст] / Г.М. Капустина, Н.И. Сющ, В.Л. Наминов и др. // Совр. возм. лазерн. тер. - Матер. XIV научно-практич. конф. - Великий Новгород, Калуга, 2004. С. 52-62.
6. Мошкевич В.С. Фотоплетизмография [Текст] / В.С. Мошкевич. - М.: Медицина, 1970. 154 с.
7. Баевский Р.М. Оценка адаптационных возможностей организма и риск развития заболеваний [Текст] / Р.М. Баевский, А.П. Берсенева. - М.: Медицина, 1997. 235 с.
8. Халед Абдул, Р.С. Способ перехода от категориальных данных к порядковым в экспертных системах медико-биологического назначения [Текст] / Р.С. Халед Абдул, А.Е. Белозеров, С.А. Филлист // Системные исследования в науке и образовании: Сборник научных трудов / Курск. гос. ун-т: МУ». Издательский центр «ЮМЭКС», 2007. С.7-10.