

ИНТЕГРАЛЬНАЯ ОЦЕНКА ИЗМЕНЕНИЯ УПРУГОСТИ БИОЛОГИЧЕСКОЙ МЯГКОЙ ТКАНИ

УДК 616-085:681.5

¹Разумов А.Н.: заведующий кафедрой восстановительной медицины, академик РАМН, д.м.н., профессор;²Головин В.Ф.: доцент кафедры автоматики, информатики и систем управления, к.т.н.;²Архипов М.В.: ассистент кафедры автоматики, информатики и систем управления.¹ГБОУ ВПО «Московская медицинская академия им. И.М.Сеченова», г. Москва, Россия²ФГБОУ «Московский государственный индустриальный университет», г. Москва, Россия

Введение

Упругость биологических мягких тканей является параметром, определяющим их напряжённость или расслабленность, что может служить показателем психофизиологического состояния. В медицинской робототехнике упругость мягких тканей используется при автоматическом позиционно-силовом управлении роботом для массажа [1]. Для оценки упругости мягких тканей известны методы оценки абсолютных значений упругости и сравнительные в относительных единицах, например, в миотонах [2]. В некоторых конструкциях миотонметров тонус мышц измеряется только при одном значении усилия [3].

Материалы и методы

Методика измерения тонуса мышц

При статических измерениях инструмент с измеряемым усилием деформирует мягкие ткани на также измеряемую величину [1]. На рис. 1 представлены три кривые, полученные в трех опытах при экспериментальном определении зависимостей $F_z = F(\Delta z)$. В этих опытах цилиндрический инструмент диаметром 22 мм. нажимает на срединный участок передней поверхности расслабленного предплечья. Задняя поверхность предплечья опиралась на стол.

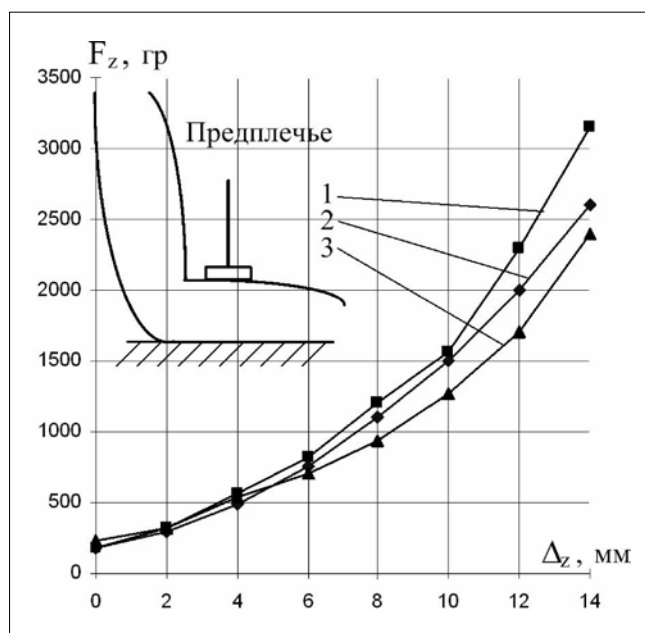


Рис. 1. Экспериментальные кривые $F_z = F(\Delta z)$, полученные на срединном участке передней поверхности расслабленного предплечья

Кривая 2 соответствует участку, смещенному на 2 мм. относительно предыдущего (кривая 1). Кривая 3 построена при подъеме инструмента из нажатого состояния. Крутизна характеристики $F = F(\Delta)$ – величина переменная и определяется производной $dF/d\Delta$, при $\Delta = 6$ мм она составляет 1200 Н/м, при $\Delta = 12$ мм она составляет 1600 Н/м.

Данный способ позволяет измерять и сравнивать упругость лишь в одной точке характеристики $F=F(\Delta)$, где F и Δ – усилие и вызванное им перемещение мягких тканей соответственно. Этот метод эффективен тогда, когда сравниваются мало отличающиеся изменения, диагностируется незначительный прогресс в изменении свойств мягких тканей и характеристики $F(\Delta)$ не пересекаются. Однако неоднозначные выводы появляются в случае пресечения кривых $F_1(\Delta)$ и $F_2(\Delta)$ (рис. 2).

В области $0 < \Delta < \Delta_0$ справедливо: $F_1(\Delta) > F_2(\Delta)$,
в области $\Delta > \Delta_0$ справедливо: $F_1(\Delta) < F_2(\Delta)$.

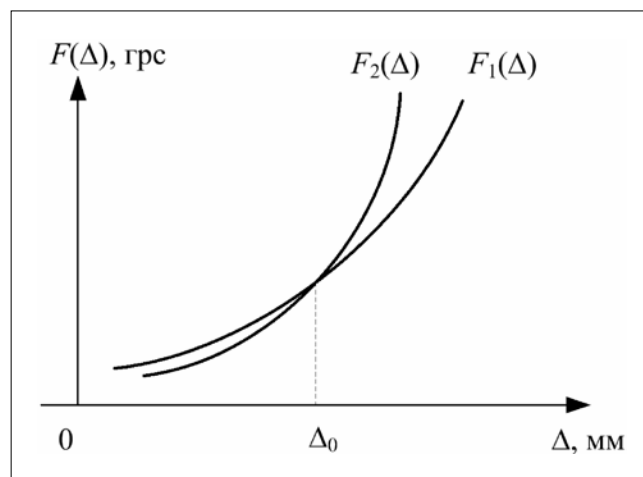


Рис. 2. Случай пересечения характеристик $F(\Delta)$

Интегральная оценка для сравнения экспериментальных кривых

Потенциально более содержательную информацию предоставляет вся кривая зависимости усилия F от перемещения Δ , чем отдельная точка кривой.

Для единичных реализаций или осредненных кривых предлагается интегральная оценка, как мера отличия кривых $F_1(\Delta)$ и $F_2(\Delta)$:

$$I = \int_0^{\infty} (F_1(\Delta) - F_2(\Delta)) p(\Delta) d\Delta$$

Весовая функция $p(\Delta)$ определяет степень доверия в оценке измеренных значений. Если измерения засорены шумами и точка контакта измеряющего прибора и мягких тканей непостоянна, то функция $p(\Delta)$ обнуляет значения $F(\Delta)$, меньшие некоторого порога $F_{\min}$.

Если измеряется упругость мягких тканей, лежащей на твердой костной ткани, то крутизна кривой $F(\Delta)$ резко возрастает и этот участок кривой непригоден для сравнения. В этом случае, функция $p(\Delta)$ ограничивает значения $F(\Delta) > F_{\max}$, где $F_{\max}(\Delta)$ соответствует большой крутизне характеристики $F(\Delta)$.

На рис. 3 показаны пороговое значение $F_{\min}$, ограничение $F_{\max}$ и заштрихованная площадь, равная интегралу I , если для выделенной области $p(\Delta)=1$.

Чтобы сравнивать кривые предложенным интегральным методом, необходимо совместить их так, чтобы: $F'_1(\Delta_A) = F'_2(\Delta_A) = F_{\min}$.

Кривые $F'_1(\Delta_A)$ и $F'_2(\Delta_A)$ получены параллельным переносом кривых $F_1(\Delta)$ и $F_2(\Delta)$ вдоль оси Δ .

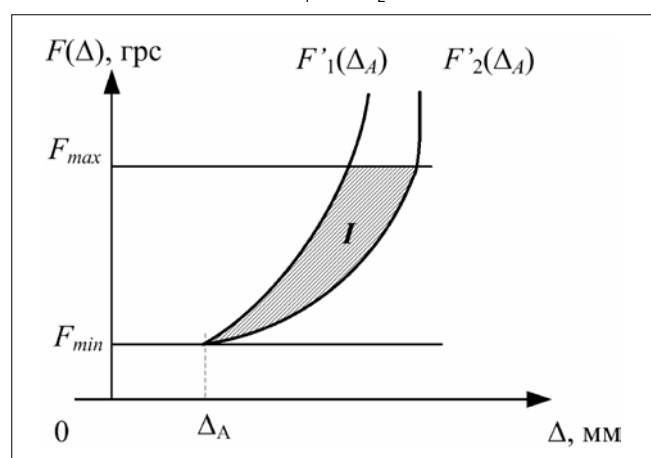


Рис. 3. Интегральная оценка изменения $F(\Delta)$

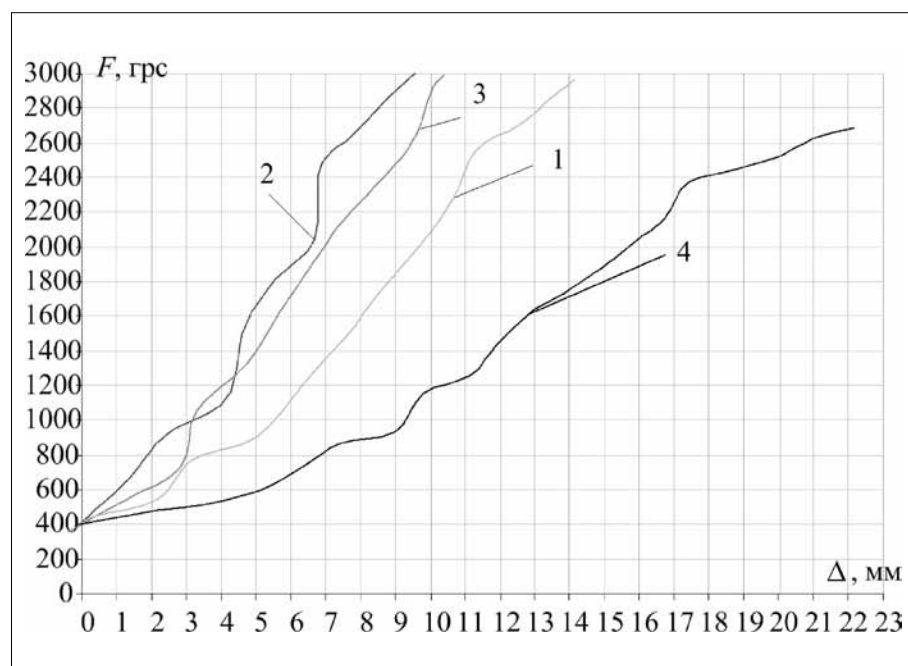


Рис. 4. Результаты интегральной оценки характеристик ТМ.

Примечание: показаны результаты тонусометрии в контрольной группе: 1 – до отдыха, 2 – после отдыха и в основной группе, 3 – до массажа; 4 – после массажа.

Если измерительный прибор более точно измеряет большие значения усилия, чем меньшие, на участке $F_{\min} < F(\Delta) < F_{\max}$ весовую функцию $p(\Delta)$ следует назначать возрастающей.

Интегральная оценка I является инвариантной к сдвигу контактной точки и позволяет сделать следующие выводы:

- если $I > A > 0$, то в основном (интегрально): $F_1(\Delta) > F_2(\Delta)$, где A – степень минимального доверия сравниваемых величин;

- если $|I| < A$, то в основном (интегрально): $F_1(\Delta) = F_2(\Delta)$;

- если $I < -A < 0$, то в основном (интегрально): $F_1(\Delta) < F_2(\Delta)$.

Для получения информации об изменении I , было проведено 12 серий опытов [4]. В качестве обследуемых были отобраны четверо пациентов, которые были разделены на две группы по два человека. Первая группа контрольная, вторая – основная. В основной группе каждому испытуемому было проведено 6 сеансов массажа роботом с регистрацией параметров тонуса мышц. В контрольной группе опыты повторялись в той же последовательности, но массаж был заменен самостоятельным отдыхом в кресле. В результате каждого сеанса наблюдались многократно повторяемые характеристики $F(\Delta)$, получаемые на трапецевидная мышце. Усредненные графики одного из сеансов показаны на рис. 4.

Результаты расчета интегральных оценок I и парное их сравнение для четырех характеристик на рис. 4 представлены кососимметрической матрицей A с нулевыми диагональными элементами:

$$\begin{pmatrix} 0 & 30 & 20 & -80 \\ -30 & 0 & -15 & -110 \\ -20 & 15 & 0 & -60 \\ 80 & 110 & 60 & 0 \end{pmatrix} = A$$

Из матрицы A видно, что в большей степени отличается от всех коэффициент $I_{4-1} = 80$, полученный в основной группе при массажном воздействии. Значение этого показателя в контрольной группе гораздо меньше и составляет $I_{1-2} = 30$. Знак минус в таблице показывает, что результирующая характеристика $F(\Delta)$ стала меньше исходной, также знак зависит от направления сравнения функций.

Заключение

В настоящее время не установлены нормы интегральной оценки тонуса мышц для разных групп пациентов и наиболее приемлемой, с точки зрения назначения дозированного усилия при массаже, является оценка максимального усилия. Интегральную оценку, особенно при автоматизированном массаже, можно использовать как дополнительную объективную оценку, характеризующую направление изменения состояния пациента.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Головин В.Ф., Архипов М.В., Журавлёв В.В. Робототехника в восстановительной медицине. Роботы для механотерапии. – Saarbrücken: LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co. KG, Saarbrücken, 2012. – 1-ое издание стр. 1–280.
2. Еремушкин М.А. Мануальные методы исследования в комплексе реабилитационных мероприятий при патологии опорно-двигательного аппарата: Дисс. ... доктора мед. наук. М., 2006. 207 с.
3. Иваничев Г.А. Мануальная медицина (мануальная терапия) – М.: ООО «МЕДпресс», 1998. – 470 с.
4. Архипов М.В. Измерение упругости мягкой ткани пациента с применением многофункционального АЦП ЛА-70 для управления медицинским роботом // Труды МГИУ. 2007. С. 16–22.

Резюме

В статье рассматривается интегральная оценка для сравнения экспериментальных кривых, в том числе для сравнения кривых, характеризующих упругость мягких тканей. Интегральная оценка может быть обобщённым показателем миометрического метода функциональной диагностики. Предложенная оценка может повысить объективизацию прогресса в состоянии пациента при выполнении процедур мануальной терапии и массажа.

Ключевые слова: интегральная оценка, тонус мышц, массаж, биологическая мягкая ткань, упругость, диагностика

Abstract

Now the standards of integral estimation of muscle tone for different patient's groups have not been established and the most appropriate, in terms of purposed dosed efforts for a massage is estimation of the maximum force. Integral estimation, especially for automated massage, can be used as an additional objective estimation that characterizes the direction of change in the patient's state.

Key words: integrated estimation, muscle tone, massage, biological soft tissue, elasticity, diagnostics

Контакты:

Головин Вадим Фёдорович. E-mail: medicalrobot@mail.ru

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЛАЗЕРОПУНКТУРЫ В СОЧЕТАНИИ С МОНОФАРМАКОТЕРАПИЕЙ ПРИ РЕАБИЛИТАЦИИ ЛИЦ МОЛОДОГО ВОЗРАСТА С РАССТРОЙСТВОМ ВЕГЕТАТИВНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ

УДК 615.839-057.875-085.21:615.849.19

Галлямова Э.В.: преподаватель кафедры мобилизационной подготовки здравоохранения и медицины катастроф, аспирант;

Кильдебекова Р.Н.: профессор кафедры мобилизационной подготовки здравоохранения и медицины катастроф, д.м.н.;

Кайбышев В.Т.: заведующий кафедрой мобилизационной подготовки здравоохранения и медицины катастроф, д.м.н.;

Мингазова Л.Р.: ассистент, кафедры мобилизационной подготовки здравоохранения и медицины катастроф, к.м.н.
ГБОУ ВПО «Башкирский государственный медицинский университет» Минздрава РФ, г. Уфа, Башкортостан, Россия

Введение

Вегетативные расстройства среди лиц молодого возраста встречаются в 25–80% и являются одной из актуальных проблем современной медицины [3, 4, 5]. Первые проявления расстройства вегетативной нервной системы (РВНС) могут возникнуть при большой учебной нагрузке, экзаменах, гормональных перестройках [7, 10].

Лечение заболеваний вегетативной нервной системы является одной из важных проблем современной медицины. Из-за системного характера проявлений, присущих РВНС, появляется необходимость оказывать медикаментозное воздействие не только на надсегментарные отделы нервной системы, но и

на различные органы и системы организма, что приводит к возникновению проблемы полипрогмазии. Для соблюдения правила монотерапии, предпочтение следует отдавать лекарственным средствам, обладающим поливалентным действием с минимальными побочными эффектами. Многими авторами рекомендуется «Тенотен» (ООО «Материя Медика Холдинг», Россия) обладающий мягким анксиолитическим, вегетотропным, ноотропным, нейропротективным действием. Учитывая молодой возраст и учебную деятельность студентов, особую актуальность приобретают методы немедикаментозного лечения [4, 5, 7]. В комплексном лечении вегетативных нарушений наряду с медикаментозной терапией широко