



при экстравазальной компрессии сосуда к величине гемодинамического сопротивления сосуда длиной 1 метр, от степени стеноза S (по площади):

$$\xi_{эк} = R_{эк} / [R_f = R_0 \cdot (l=1m)] \quad (5)$$

Эти экспериментальные данные хорошо описываются формулой (6), (ряды 3,4) отвечающей предельным переходам, при $S \rightarrow 1$ и 0 :

$$\xi_{эк} = (A \cdot \sqrt{S}) / (1-S)^2, \quad (6)$$

вариант $A_1 = 0.14$ (при $\delta_1 = 4\text{мм}$) следует применять при локальной экстравазальной компрессии сосуда;

вариант $A_2 = 0.07$ (при $\delta_2 = 1.5\text{мм}$) следует применять как ГКС на вход и выход из зоны протяженного стеноза, где основной участок стеноза сосуда описывается формулой (3), а в качестве диаметра используется

$$d_3 = \sqrt{(4 \cdot F / \pi)}, \quad F - \text{средняя площадь сечения прохода.}$$

На рис.2 представлены экспериментальные данные (ряд 1) ξ_l - отношения ГКС при наличии в сосуде единичной, сферической частицы к величине гемодинамического сопротивления сосуда длиной 1 метр, от степени стеноза (при максимальном поперечном сечении сферической частицы), данные хорошо описываются формулой (7) (ряд 2):

$$\xi_l = A \cdot S / (1-S)^2; \quad \text{коэффициент равен } A=0.3. \quad (7)$$

Для протяженного участка длиной 1 примыкающих друг к другу частиц диаметром $d_{сф}$ данные рис.3 (ряд 1)

представлены в виде коэффициента K_L вводящего поправку в формулу (7) в зависимости от относительной длины участка, выраженного в диаметрах частицы $(l-d_{сф})/d_{сф}$ (при $l \geq d_{сф}$) (ряд 2):

$$\sum \xi_L = \xi_l \cdot K_L; \quad \text{где } K_L = 1 + 0.3 \cdot (l-d_{сф})/d_{сф}; \quad (8)$$

Для сравнения с величинами ГКС стеноза приведем данные эксперимента по ГКС при плавном повороте ламинарного потока в сосуде на 90° (радиус поворота равен 5-ти диаметрам), оно равно - $\xi_{90^\circ} = R_{90^\circ} / [R_f = R_0 \cdot (l=1m)] = 0.02$.

Заключение.

Получены экспериментальные данные по ГКС в зависимости от степени и модели формы стеноза, для ламинарного режима течения. На их основе предложены безразмерные расчетные зависимости по относительным гемодинамическим сопротивлениям, что позволяет учитывать ГКС стеноза сосудов в численных расчетах гидравлических ламинарных моделей систем кровотока.

Литература:

1. Зенин О.К., Гусак В.К., Кирьякулов Г.С., Вакуленко И.П., Ельский В.Н., Клыса М.Н. «Артериальная система человека в цифрах и формулах» Донецк, 2002. -176с
2. Nikitin O., Kizilova N., Zenin O., Karabash I., Chvala A. Computer generated models of intraorgan arterial beds: hydraulic conductivity and input admittance. ICCSA Conference. - Singapore, 2005. P.102
3. Спиридонов А.А., Лаврентьев А.В., Морозов К.М., Пирцхалаишвили З.К. «Микрохирургическая реваскуляризация каротидного бассейна» Изд. НЦССХ им. А.Н.Бакулева РАМН, 2000. -266с.
4. Засорин С.В. «Особенности гемодинамических проявлений каротидных стенозов в зависимости от состояния центральной гемодинамики» автореферат диссертации на соискание ученой степени к.м.н., Новосибирск. 2007.
5. E.G.Grant at el "Carotid artery stenosis: gray-scale and Doppler US Diagnosis-Society of radiologists in ultrasound consensus conference" Radiology 2003; 229:340-346.

O.Kudryavtseva, A.Kudryavtsev

HEMODYNAMICS RESISTANCE FOR CALCULATION STENOSIS OF VESSELS FOR LAMINAR FLOW

Moscow Medical Academy I.M. Sechenov, Moscow, Russia

Abstract:

Presented the results of experimental investigation value of hemodynamics resistance for stenosis of vessels. Data is found for laminar flow in depending from degree of stenosis, for modeling of external clamping and formation of plaque. Defined formulas for calculation relative fluid resistance for stenosis vessel. Results of research let us take into account stenosis of vessels in calculation of hydraulics laminar models of hemodynamics.

Key words:

vessels, stenosis, hemodynamics, fluid resistance, experimental approach, calculation

© Р.А.Кууз, М.А.Ронкин, Г.И.Фирсов, 2008

Р.А.Кууз*, М.А.Ронкин*, Г.И.Фирсов**

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ НЕЛИНЕЙНОЙ ДИНАМИКИ ПОЗНОЙ АКТИВНОСТИ ЧЕЛОВЕКА В КЛИНИЧЕСКОЙ НЕВРОЛОГИИ

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

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

Аннотация:

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, что отвечает концепции Н.А. Бернштейна о преодолении избыточных степеней свободы за счет наложения дополнительных связей (синергий), облегчающих управление многомерной системой.

Ключевые слова:

стабилограмма, функциональная диагностика, корреляционная размерность, неврологические патологии

Обычно наблюдаемые колебания центра тяжести тела человека при поддержании заданной позы, регистрируемые с помощью стабиллографической платформы, имеют характер широкополосного случайного процесса со спадающим спектром в области частот от нуля до 4-6 Гц. Для их анализа использовались различные статистические характеристики, одно- и двумерные гистограммы, плотности распределения; применялся спектрально-корреляционный и авторегрессионный анализ [1]. Это позволило описать характерные особенности стабиллограмм, однако возможности применения получаемых признаков для медицинской диагностики ограничены, что заставляет искать новые методы обработки экспериментальных данных и выявления диагностических признаков. В связи с этим, представляется целесообразным анализ динамических моделей, описывающих возникновение и основные свойства колебаний биомеханической системы, наблюдающихся при сохранении позы.

В известных моделях система регуляции позы рассматривалась как система стабилизации некоторых заранее заданных координат, как правило, суставных углов. При этом предполагалось, что возникновение и случайный характер изучаемых процессов может быть объяснен воздействием на вход этой системы недоступного для измерения "белого" шума, природа которого не уточнялась. Иными словами, эти процессы рассматривались как вынужденные случайные колебания. Но можно предположить, что изучаемые колебания имеют динамическую природу, т.е. представляют собой стохастические автоколебания в системе регуляции позы, а не вызваны внешним по отношению к этой системе шумом. В этом случае, свойства этих колебаний определяются полностью нервно-мышечной системой, а не системой и шумом неизвестной природы (как имеет место при вынужденных колебаниях). Задача состоит в том, чтобы экспериментально определить, является ли исследуемая система динамической, т.е. совершает автоколебания, на которые наложен шум, или же она совершает вынужденные случайные колебания. В первом случае статистические свойства процесса на выходе системы в основном определяются свойствами самой системы, и, следовательно, являются характеристиками ее состояния и могут быть использованы для целей диагностики. Если система является динамической, то в ее фазовом пространстве существует предельное множество точек (аттрактор), к которому притягиваются фазовые траектории из некоторой области начальных условий. Аттрактор характеризуется фрактальной размерностью d и размерностью вложения m , связанной с ней соотношением $d < m < 2d + 1$ (теорема Мане), и определяющей число независимых переменных, необходимых для однозначного описания поведения системы. Для периодических колебаний, образом которых в фазовом пространстве является предельный цикл, $d = 1$, для двухчастотных квазипериодических - $d = 2$, а в случае стохастических колебаний, образом которых является странный аттрактор, $d > 2$. Случайный процесс, порожденный динамической системой, характеризуется небольшими значениями размерностей, в то время как шум, т.е. процесс, порожденный большим количеством источников (системой с очень большим числом степеней свободы), имеет много большие значения размерностей. Нами, совместно с М.Г. Розенблумом, была проведена оценка размерностей m и одной из оценок d - так называемой корреляционной размерности p по стабиллограммам, полученным в эксперименте со здоровыми испытуемыми и с больными с различными видами неврологической патологии. Для расчетов раз-

Таблица 1.

№	Обследуемый, состояние	Диагноз	n
1	К., Глаза открыты	Норма	2,22
2	М., Глаза открыты	Гипокинез	2,3
3	С., Глаза открыты	Норма	2,12
4	Б., Глаза открыты	Невроз, прием	3,5
5	Б., Глаза закрыты	психотропных препаратов	2,05
6	Д., Глаза открыты	Ранняя стадия невроза	1,76
7	Д., Глаза закрыты	Ранняя стадия невроза	1,89
8	Л., Глаза открыты	Рассеянный склероз	2,09

мерности вложения аттрактора m использовались 15 стабиллограмм по 4096 отсчетов, дискретизированных с частотой 30 Гц. Данные обрабатывались по алгоритмам, описанным в [2]. Использовался метод Брумхэда и Кинга с предварительной фильтрацией. Размерность конструируемого фазового пространства выбиралась равной $n = 20$. При фильтрации учитывалась проекция только на первую ось базиса в фазовом пространстве), число итераций - до 5. Вычисленное значение размерности вложения m составило $m < 5$. Для определения корреляционной размерности p использовалось восемь экспериментальных реализаций по 9000 отсчетов (90 с).

Некоторые полученные результаты представлены в таблице. Полученные в случаях 6 и 7 значения $p < 2$ могут быть объяснены отсутствием развитого хаоса и близостью процесса к периодическому. Результаты наших экспериментов могут служить подтверждением известной гипотезы [3], что динамика здоровой физиологической системы должна продуцировать высоко нерегулярные и комплексные типы вариативности, в то время как заболевание и старение связаны с потерей комплексности и большей регулярностью.

В работе [4] с помощью иного алгоритма оценки размерности для практически здоровых людей получено значение корреляционной размерности в пределах 1,1 - 1,5, разница может объяснена как сравнительно малой длиной временного ряда, обусловленного требованиями по максимально возможному времени эксперимента и частотой дискретизации [5], так и особенностями используемых подходов к реконструкции аттракторов. Таким образом, применение методов теории стохастических автоколебаний позволило оценить из эксперимента эффективное число степеней свободы тела человека при регуляции его вертикальной позы, определяемое минимальным числом независимых динамических переменных, необходимым для описания поведения системы и равным размерности вложения аттрактора m . Величина m лежит в пределах от 3 до 5. Это означает, что исследуемый объект может рассматриваться как динамическая система с малым числом степеней свободы. Таким образом, величина размерности аттрактора может быть использована как один из информативных признаков медицинской диагностики.

Литература.

1. Кууз Р.А., Фирсов Г.И. Применение методов компьютерной стабиллометрии для решения задач функциональной диагностики в неврологии // Биомедицинская радиоэлектроника. - 2001. - N 5-6. - С. 24-33.
2. Ланда П.С., Розенблум М.Г. Об одном методе определения размерности вложения аттрактора по результатам эксперимента // ЖТФ. - 1989. - Т.59. - № 1. - С.13-20.
3. Ehlers C.L. Chaos and complexity: can it help us to understand mood and behavior // Archives of General Psychiatry. - 1995. - Vol. 52. - P.960-964.
4. Колесников А.А., Слива С.С., Кононов А.Ф. Аналитическое конструирование агрегированных регуляторов: синергетическое управление биомеханическими системами // Управление и информационные технологии. - СПб.: СПбГПУ, 2003. - С. 42-46.

Contact Information:

Фирсов Георгий Игоревич
E-Mail: firsovgi@mtu-net.ru

5. Кууз Р.А., Фирсов Г.И. Проблемы стандартизации в постурологии // Клиническая постурология, поза и прикус / Материалы Международного симпозиума. - СПб.: ООО "ИД СПбМАПО", 2004. - С.41-46.

*R.A.Kuuz, *M.A.Ronkin, **G.I.Firsov

EXPERIMENTAL RESEARCH OF NONLINEAR DYNAMICS OF THE POSTURAL ACTIVITY OF MAN IN CLINICAL NEUROLOGY

*Moscow Medical Academy,

**Mechanical Engineering Research Institute, Academy of Science, Moscow, Russia

Abstract:

The conclusion could be made that center of gravity body sway are not forced oscillations caused by the noise of unknown origin but are chaotic low-dimensional auto-oscillations. That means, that original infinite-dimensional biomechanical system possesses a small effective number of degrees of freedom, corresponding to Bernstein's theory on simplification of movement control strategy by usage of synergies. The correlation dimension of the attractor by modeling ($n \sim 2,5$) is also in agreement with experimental data.

Key words:

functional diagnostics, correlation dimension, neurologic pathologies

© С.А.Ларин, В.Г.Ившин, Ю.Г.Андреев, 2008

С.А.Ларин, В.Г.Ившин, Ю.Г.Андреев

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПУНКЦИОННОЙ БИОПСИИ ПЕЧЕНИ

ООО «Центр новых медицинских технологий», г. Тула, Областная клиническая больница, г. Орел, Россия

Аннотация:

Представлены результаты экспериментального исследования эффективности применения различных видов аспирационных игл для пункционной биопсии печени. Полученные результаты предлагается учитывать при выборе игл для пункционной биопсии печени.

Ключевые слова:

пункционная биопсия печени, аспирационные иглы

Введение: Морфологическое исследование относится к «золотому стандарту» в диагностике многих заболеваний печени. Однако результат морфологического исследования во многом зависит от объема и качества полученного биоптата. Иглы, применяемые для аспирационной биопсии печени, значительно отличаются по способности получения качественного биопсийного материала.

Цель: Сравнить количество и качество получаемых биоптатов печени при использовании различных аспирационных игл.

Материал и методы: Эффективность применения различных игл мы исследовали в эксперименте на печени свиньи. Первоначально на аналитических весах взвешивали иглу. Затем вводили иглу в паренхиму печени, удаляли из нее мандрен. С помощью шприца с фиксатором создавали постоянное разрежение 73,5 кПа или 83,3 кПа. Выполняли однократное продвижение иглы в паренхиму печени на глубину 20мм. После отсоединения шприца вновь взвешивали иглу и рассчитывали вес биоптата. Использовали иглы диаметром 0,8; 1,1; 1,25; 1,65мм с пятью типами заточки дистального конца. Выполнили статистическую обработку полученных результатов. Качество биоптатов печени оценивали по следующим критериям: неровность контура, межклеточные разрывы, деформация клеток по краям, деформация ядер клеток краев тканевого столбика. Выраженность каждого признака оценивали как слабую (+), умеренную (++) или сильную (+++). Качество биоптатов оценивали при использовании игл диаметром 18G с трехгранной формой заточки дистального конца под различными углами - 14°

и 25°. Забор материала выполняли при разрежении в игле 73,5 кПа и 83,3 кПа. Фиксацию биоптатов, приготовление и окраску микропрепаратов осуществляли в одинаковых условиях. Микроскопию проводили с помощью бинокулярного микроскопа Nikon Eclipse E-400.

Результат: Количество и качество всех полученных биоптатов позволило провести полноценное гистологическое исследование. Наибольшее количество биопсийного материала получали при использовании иглы с трехгранной заточкой дистального конца, наименьшее – при заточке «как карандаш». Разница в весе биоптата составляла от 1,5 до 3,5 раз. Увеличение диаметра иглы от 0,8 до 1,65мм и разрежения с 73,5 кПа до 83,3 кПа приводило к увеличению веса биоптата печени при всех формах заточки дистального конца иглы. Максимальное увеличение веса биоптата отмечено у иглы с трехгранной формой заточки – в 8,77 раза при разрежении 73,5 кПа и в 8,36 раза при разрежении 83,3 кПа. При использовании других игл увеличение веса биоптата происходило в 3,9–4,8 раза. При оценке качества полученных биоптатов выявили, что в глубине биопсийного столбика ткань не имела повреждений независимо от угла заточки иглы и глубины разрежения. Травматические изменения наблюдались только по краям тканевого столбика. Глубина межклеточных и клеточных повреждений не превышала 5 - 10% от диаметра биоптата, что практически не создавало трудностей для морфологического исследования. При разрежении 73,5 кПа выявляли незначительные межклеточные повреждения в виде неровности края контуров и разрывов тканевого столбика. При увеличении разрежения 83,3 кПа отметили усиление межклеточных повреждений ткани, особенно при использовании игл с большими углами заточки (18° и 25°). Клеточные повреждения по краям тканевого столбика присутствуют при всех углах заточки иглы. Увеличение угла заточки иглы до 25° приводит к деформации ядер клеток. Увеличение

Contact Information:

Д-р Ларин Сергей Алексеевич
E-Mail: larine@orel.ru