Для ссылок:
Смирнова, Л. М. Модель поддержки принятия решения при оценке функциональной эффективности ортезирования нижних конечностей [**Текст**] / **Л. М. Смирнова** // **Информационно-управляющие системы**. - **2010**. - № 1. - С. 74 -80.

МОДЕЛЬ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ ПРИ ОЦЕНКЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОРТЕЗИРОВАНИЯ НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ

Л. М. Смирнова,
канд. техн. наук, ведущий научный сотрудник
ФГУ «Санкт-Петербургский научно-практический центр медико-социальной экспертизы, протезирования и реабилитации инвалидов им. Г. А. Альбрехта»

Рассматривается проблема принятия решения при многокритериальной инструментальной оценке результатов ортезирования при патологии стопы. Обоснована целесообразность использования моделей процесса принятия решения, разработанных на основе метода анализа иерархического процесса. Предложены модели принятия решения на этапе формирования плана обследования и на этапе оценки эффективности ортезирования по результатам этого обследования.

Ключевые слова *— стопа, ортезирование, оценка эффективности, принятие решения, биотехническая система.*

Введение

Объективизация оценки результатов ортезирования — весомая составляющая в деле повышения качества ортопедического обеспечения при патологии нижних конечностей, когда требуется выбрать наилучший для пациента вариант ортопедического изделия (ОИ) или его подгонки. Эффективность оценки качества ортезирования в целом зависит не только от эффективности использования методов и инструментальных средств для регистрации широкого спектра биомедицинской информации о состоянии биотехнической системы (БТС) «пациент — ортез», но и от эффективности принятия решения при анализе этой информации.

Постановка задачи поддержки принятия решения

При оценке функциональной эффективности ортезирования (ФЭО) специалист прежде всего сталкивается с проблемой принятия решения при выборе критериев оценки. Эта информация нужна уже при формировании плана обследования, чтобы измерить те биомеханические и физиологические параметры состояния БТС, которые используются в критериях. Затем встает проблема принятия решения при оценке результатов этого обследования, чтобы сделать вывод об уровне эффективности ортезирования.

Большое количество подсистем и элементов БТС «пациент — ортез», различие в физической природе и характере связей между ними придают этой системе недетерминированность и динамичность. Это обусловливает необходимость оценки качества ортезирования с использованием большого количества плохо формализуемых показателей, определяемых в разных шкалах измерения и являющихся неравными по значимости для патологии, при которой назначается ортез.

Во многих областях деятельности для принятия решения при многокритериальной оценке используют методы, основанные на свертке ряда показателей в один суммарный индекс, что соответствует стратегии, направленной на достижение одной цели [1]. В области ортезирования такой подход не показал себя эффективным, так как в этом случае может быть случайно проигнорирована важная для врача информация, касающаяся индивидуальных проявлений патологии у пациента.

Решением проблемы может быть использование метода анализа иерархий [2]. Он, как и классические многокритериальные методы принятия решения, предоставляет эксперту структурированный подход к оценке стратегий в условиях не-

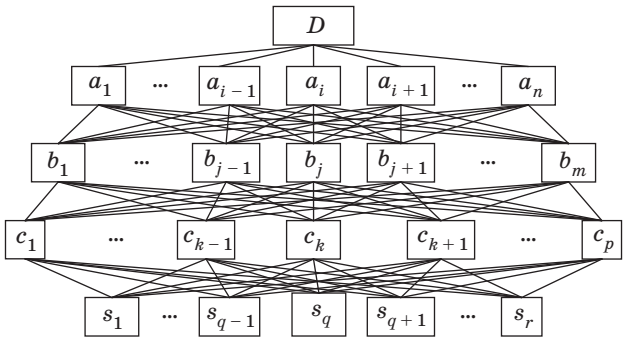
определенности, но, в отличие от них, позволяет легко учитывать как объективные, так и субъективные факторы, имеющие отношение к принятию решения. Эти особенности обусловливают интерес к методу в аспекте оценки результатов ортезирования. Однако попыток применения его в этой области найти не удалось.

Начальным этапом для реализации данного метода является разработка иерархической модели процесса принятия решения посредством декомпозиции этого процесса и выявление уровней иерархии различных факторов, влияющих на решение. Далее с помощью парных сравнений определяются приоритеты альтернатив каждого уровня в отношении альтернатив более высокого уровня, причем сравнения выполняются на основании суждений.

Построение модели принятия решения

Каждый случай ортезирования характеризуется показаниями, по которым назначается ОИ. Они учитывают патологию и ее симптомо-комплекс, возраст пациента, стадию заболевания и другие факторы, от которых зависят медико-биомеханические задачи ортезирования и функциональные требования к ОИ. Примером показаний к ортезированию может быть продольное плоскостопие у детей 3–5 лет с нефиксированным вальгусом пяточного отдела более 10 градусов.

Если бы показания к ортезированию пациента можно было всегда свести к одному из ранее условленных вариантов, то включение уровня показаний в модель не имело бы смысла, и следовало бы разработать модели процесса оценки ФЭО отдельно для каждого из вариантов показаний. Однако у пациента может наблюдаться сочетание патологий, каждая из которых является показанием к назначению ОИ, но предъявляет к нему различающиеся требования (например, укорочение конечности и системное поражение соединительной ткани). Комплекс показателей оценки эффективности ортезирования при этих патологиях тоже будет отличаться. Таким образом, на верхнем уровне иерархии модели процесса должны быть варианты показаний к назначению ОИ: $A = \{a_i\}$, $i = 1, 2, \ldots, n$ (рис. 1).



■ ***Рис. 1.*** *Структура модели процесса принятия решения при выборе критериев и оценке ФЭО*

Функциональная эффективность ортезирования при различных показаниях оценивается разными группами показателей, вся совокупность которых составляет второй уровень иерархии в модели: $B = \{b_j\}$, $j = 1, 2, \ldots, m$. Третьим уровнем являются критерии оценки данных показателей: $C = \{c_k\}$, $k = 1, 2, \ldots, p$.

Модель с этими тремя уровнями соответствует процессу принятия решения *при выборе критериев* оценки результатов ортезирования. Модель процесса принятия решения *при оценке ФЭО* должна содержать также уровень, альтернативами которого являются различные БТС «пациент—ортез» (с разными ОИ) или разные состояния одной и той же БТС, отличающиеся вариантами подгонки ОИ. Назовем эти альтернативы вариантами состояния БТС и обозначим их $S = \{s_q\}$, $q = 1, 2, \ldots, r$.

Чтобы определить отношения между элементами различных уровней иерархии, надо сформировать матрицы парных сравнений альтернатив для каждого из уровней модели. Рассмотрим формирование такой матрицы для альтернатив уровня «показания к назначению ОИ» (рис. 2). Если показанием к ортезированию явилась только одна патология, то необходимость парных сравнений на этом уровне исчезает. Но при сочетанных патологиях такие сравнения обязательны. При определении значимости альтернатив уровня A должны учитываться тяжесть проявления патологии и опасность ее последствий для пациента.

D	a_1	...	a_i	...	a_n	Вес	Нормализованный вес
a_1	1	...	a_{1i}	...	a_{1n}	$a_1 = (1 \cdot \ldots \cdot a_{1i} \cdot \ldots \cdot a_{1n})^{1/n}$	$w_{d,a1} = a_1/(a_1 + a_2 + \ldots + a_n)$
...	...	1	...	...	...	...	...
a_i	$1/a_{1i}$	...	1	...	a_{in}	...	$w_{d,\,ai} = a_i/(a_1 + a_2 + \ldots + a_n)$
...	...	...	...	1		...	...
a_n	$1/a_{1n}$	...	$1/a_{in}$	...	1	$a_n = ((1/a_{1n}) \cdot \ldots \cdot (1/a_{in}) \cdot \ldots \cdot 1)^{1/n}$	$w_{d,\,an} = a_n/(a_1 + a_2 + \ldots + a_n)$

■ ***Рис. 2.*** *Расчет вектора приоритетов альтернатив первого уровня модели*

Сравнивается значимость элемента левого столбца матрицы по отношению к значимости элемента в ее верхней строке. Количественные суждения о значимости пар альтернатив a_i и a_j задаются по многомерной шкале, учитывающей психофизические возможности человека [3]. Используется следующая характеристика шкалы. Для неразличимых a_i и a_j принимается $a_{ij} = 1$ (см. рис. 2). Если a_i *незначительно* предпочтительнее a_j, то $a_{ij} = 3$; если a_i *значительно* предпочтительнее a_j, то $a_{ij} = 5$; если a_i *явно* предпочтительнее a_j, то $a_{ij} = 7$; если a_i *абсолютно* предпочтительнее a_j, то $a_{ij} = 9$; для промежуточных вариантов $a_{ij} = 2, 4, 6, 8$. При численных значениях оценок они нормируются так, чтобы их сумма была равна единице. Для определения рейтинга показателей и критериев ФЭО целесообразно использовать оценки, полученные не только при опросе экспертов, но и в результате систематизации коллективного опыта, представленного в научных источниках.

Обозначим долю значимости альтернативы a_i через w_i, a_j — через w_j. Тогда элементом матрицы парных сравнений будет

$$a_{ij} = w_i/w_j, \text{ при этом } a_{ij} = 1/a_{ji}. \qquad (1)$$

Поэтому если $a_{ij} = b$, то $a_{ji} = 1/b$; $b \neq 0$; $a_{ii} = 1$ для всех i:

$$\mathbf{A} = \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ 1/a_{12} & 1 & \dots & a_{2n} \\ 1/a_{1n} & 1/a_{2n} & \dots & 1 \end{bmatrix}. \qquad (2)$$

В результате должны быть получены обратно симметричные матрицы, элементами которых является интенсивность проявления i-го элемента уровня иерархии по сравнению с ее j-м элементом по силе связи с объединяющим их элементом более высокого уровня.

Затем вычисляется главный собственный вектор матрицы $\mathbf{A}_{nn}$, нормализацией которого получаем вектор приоритетов матрицы $\mathbf{W}(DA)_n$ ($w_{d,\,a1}$, ..., $w_{d,\,ai}$, ..., $w_{d,\,an}$). Этот вектор является геометрическим средним и получается перемножением элементов в каждой строке матрицы $\mathbf{A}_{nn}$ и извлечением корней n-й степени, где n — число элементов.

Далее формируем n матриц парных сравнений множества показателей эффективности ($\mathbf{B}_{mm} = \{b_{jj}\}$, $j = 1, 2, \dots, m$) в отношении их значимости при соответствующих показаниях к ортезированию (a_1, a_2 и т. д. до a_n) (рис. 3). Для каждой из этих n матриц определяется вектор приоритетов $\mathbf{W}(a_1, B)$, ..., $\mathbf{W}(a_i, B)$, ..., $\mathbf{W}(a_{1n}, B)$.

Из этих векторов приоритетов формируется матрица $\mathbf{W}(AB)_{mn} = \{\mathbf{W}(A, B)_{ji}\}$, $j = 1, 2, \dots, m$; $i = 1, 2, \dots, n$. Чтобы получить глобальный вектор приоритетов показателей $\mathbf{W}(DB)_m$, перемножим эту матрицу на вектор собственных приоритетов $\mathbf{W}(DA)_n$:

$$\mathbf{W}(DB)_m = \mathbf{W}(AB)_{mn} \cdot \mathbf{W}(DA)_n. \qquad (3)$$

В результате получим

$$\begin{vmatrix} w_{a_1, b_1} & \dots & w_{a_i, b_1} & \dots & w_{a_n, b_1} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \\ w_{a_1, b_j} & \dots & w_{a_i, b_j} & \dots & w_{a_n, b_j} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \\ w_{a_1, b_m} & \dots & w_{ai, b_m} & \dots & w_{a_n, b_m} \end{vmatrix} \times$$

$$\times \begin{vmatrix} w_{d,\,a_1} \\ \dots \\ w_{d,\,a_i} \\ \dots \\ w_{d,\,a_n} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} w_{d,\,b_1} \\ \dots \\ w_{d,\,b_j} \\ \dots \\ w_{d,\,b_m} \end{vmatrix}. \qquad (4)$$

Затем формируются m матриц парных сравнений множества критериев ($\mathbf{C}_{pp} = \{c_{kk}\}$, $k = 1, 2, \dots, p$) в отношении их информативности для оценки показателей b_1, ..., b_j, ..., b_m (рис. 4). Для каждой из m матриц определяется нормализованный вектор приоритетов $\mathbf{W}(b_1, C)_p$, ..., $\mathbf{W}(b_j, C)_p$, ..., $\mathbf{W}(b_m, C)_p$.

Из этих векторов приоритетов формируется матрица $\mathbf{W}(BC)_{mp} = \{\mathbf{W}(B, C)_{jk}\}$, $j = 1, 2, \dots, m$; $k = 1, 2, \dots, p$.

Чтобы получить глобальный вектор приоритетов критериев $\mathbf{W}(DC)_p$, надо перемножить эту матрицу на вектор приоритетов показателей $\mathbf{W}(DB)_m$:

$$\mathbf{W}(DC)_p = \mathbf{W}(BC)_{pm} \cdot \mathbf{W}(DB)_m. \qquad (5)$$

a_1	b_1	...	b_j	...	b_m	$\mathbf{W}(a_1, B)$
b_1	1	...	b_{1j}	...	b_{1m}	$w_{a1,\,b1}$
...	...	1	...	...	...	...
b_j	$1/b_{1j}$	...	1	...	b_{jm}	$w_{a1,\,bj}$
...	...	...	...	1		...
b_m	$1/b_{1m}$	...	$1/b_{jn}$	...	1	$w_{a1,\,bm}$

a_i	b_1	...	b_j	...	b_m	$\mathbf{W}(a_i, B)$
b_1	1	...	b_{1j}	...	b_{1m}	$w_{ai,\,b1}$
...	...	1	...	...	...	...
b_j	$1/b_{1j}$	...	1	...	b_{jm}	$w_{ai,\,bj}$
...	...	...	...	1		...
b_m	$1/b_{1m}$	...	$1/b_{jn}$	...	1	$w_{ai,bm}$

a_n	b_1	...	b_j	...	b_m	$\mathbf{W}(a_n, B)$
b_1	1	...	b_{1j}	...	b_{1m}	$w_{an,\,b1}$
...	...	1	...	...	...	...
b_j	$1/b_{1j}$	...	1	...	b_{jm}	$w_{an,\,bj}$
...	...	...	...	1		...
b_m	$1/b_{1m}$	...	$1/b_{jn}$	...	1	$w_{an,\,bm}$

■ ***Рис. 3.*** *Определение вектора приоритетов второго уровня модели*

b_1	c_1	...	c_k	...	c_p	$\mathbf{W}(b_1, C)$
c_1	1	...	c_{1k}	...	c_{1p}	$w_{b1,\,c1}$
...	...	1	...	...	...	...
c_k	$1/c_{1k}$	...	1	...	c_{kp}	$w_{b1,\,ck}$
...	...	...	...	1		...
c_p	$1/c_{1p}$	...	$1/c_{kp}$	...	1	$w_{b1,\,cp}$

b_j	c_1	...	c_k	...	c_p	$\mathbf{W}(b_j, C)$
c_1	1	...	c_{1k}	...	c_{1p}	$w_{b,\,jc1}$
...	...	1	...	...	...	...
c_k	$1/c_{1k}$	...	1	...	c_{kp}	$w_{bj,\,ck}$
...	...	...	...	1		...
c_p	$1/c_{1p}$	...	$1/c_{kp}$	...	1	$w_{bj,\,cp}$

b_m	c_1	...	c_k	...	c_p	$\mathbf{W}(b_m, C)$
c_1	1	...	c_{1k}	...	c_{1p}	$w_{bm,\,c1}$
...	...	1	...	...	...	...
c_k	$1/c_{1k}$	...	1	...	c_{kp}	$w_{bm,\,ck}$
...	...	...	...	1		...
c_p	$1/c_{1p}$	...	$1/c_{kp}$	...	1	$w_{bm,\,cp}$

■ ***Рис. 4.*** *Определение вектора приоритетов критериев оценки*

В результате получим

$$\begin{vmatrix} w_{b_1, c_1} & \dots & w_{b_j, c_1} & \dots & w_{b_m, c_1} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \\ w_{b_1, c_k} & \dots & w_{b_j, c_k} & \dots & w_{b_m, c_k} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \\ w_{b_1, c_p} & \dots & w_{b_j, c_p} & \dots & w_{b_m, c_p} \end{vmatrix} \times$$

$$\times \begin{vmatrix} w_{d, b_1} \\ \dots \\ w_{d, b_j} \\ \dots \\ w_{d, b_m} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} w_{d, c_1} \\ \dots \\ w_{d, c_k} \\ \dots \\ w_{d, c_p} \end{vmatrix}. \qquad (6)$$

Информация о глобальных приоритетах критериев является основой для принятия решения при выборе критериев оценки ФЭО и построения плана обследования. Но для оценки тестируемых вариантов состояний БТС $\{S_q\}$, т. е. уровня ФЭО пациента при различных конструкциях ОИ или вариантов подгонки ОИ, необходимо сформировать p матриц парных сравнений этих вариантов по критериям $c_1, c_2, ..., c_k$ и так до c_p (рис. 5).

Для сравнения вариантов состояний БТС по критериям $\mathbf{C}_{pp}$ требуется принять шкалу суждений с отметкой эталонного (наилучшего) и браковочного (наихудшего) уровня этих критериев.

Во многих областях деятельности в качестве эталонных значений критериев используются экспериментально полученные значения при тестировании наилучшей модели продукции. В качестве браковочных принимаются значения, соответствующие низшему уровню качества. Продукция с качеством ниже этого уровня признается браком. Но в ортезировании подобный принцип не может быть использован, так как «эталонные» значения не могут быть определены экспериментально. Причиной этого, с одной стороны, является большая индивидуальность БТС «пациент—протез», с другой стороны, ограниченные возможности по увеличению объема экспериментальных обследований пациентов.

Проблему определения шкалы критериев в этом случае можно преодолеть следующим образом. За эталонную следует принять гипотетически «идеальную» модель БТС «пациент—ортез», качество которой является максимально возможным по каждому из показателей. Тогда эталонные значения критериев должны быть определены теоретически, как соответствующие этому уровню качества. Что касается «браковочных» значений критериев, то можно предложить в качестве таковых те значения, которые наблюдаются для пациента без ОИ. Это будет соответствовать основному принципу, который не должен забываться при работе с пациентом: «не навреди!».

При таком подходе более эффективным является использование тех критериев, оптимальными значениями которых являются: «минимум» (например, критерии энергозатрат при ходьбе), «максимум» (плавность переката через стопу и пр.), «1» (коэффициенты симметрии параметров левой и правой конечностей) или другие значения, не зависящие от индивидуальных особенностей пациента, в частности, возраста и пола. Используя такие критерии и шкалу, можно сравнить тестируемые варианты состояния БТС.

Если эталонные значения критериев зависят от возраста, пола или других индивидуальных

c_1	s_1	...	s_q	...	s_r	$\mathbf{W}(c_1, S)$
s_1	1	...	s_{1q}	...	s_{1r}	$w_{c1,\,s1}$
...	...	1	...	...	...	...
s_q	$1/s_{q1}$	...	1	...	s_{qr}	$w_{c1,\,sq}$
...	...	...	...	1		...
s_r	$1/s_{r1}$	...	$1/s_{rq}$	...	1	$w_{c1,\,sr}$

c_k	s_1	...	s_q	...	s_r	$\mathbf{W}(c_k, S)$
s_1	1	...	s_{1q}	...	s_{1r}	$w_{ck,\,s1}$
...	...	1	...	...	...	...
s_q	$1/s_{q1}$	...	1	...	s_{qr}	$w_{ck,\,sq}$
...	...	...	...	1		...
s_r	$1/s_{r1}$	...	$1/s_{rq}$	...	1	$w_{ck,\,sr}$

c_p	s_1	...	s_q	...	s_r	$\mathbf{W}(c_p, S)$
s_1	1	...	s_{1q}	...	s_{1r}	$w_{cp,\,s1}$
...	...	1	...	...	...	...
s_q	$1/s_{q1}$	...	1	...	s_{qr}	$w_{cp,\,sq}$
...	...	...	...	1		...
s_r	$1/s_{r1}$	...	$1/s_{rq}$	...	1	$w_{cp,\,sr}$

■ ***Рис. 5.*** *Определение вектора приоритетов БТС по критериям*

особенностей пациента, то определить их теоретически не представляется возможным. Также невозможно экспериментально определить ряд эталонных значений для полного охвата всех возможных вариантов ортезирования.

Далее, нормализуя полученные оценки по шкале суждений, можно определить соответствующие векторы приоритетов состояний БТС по каждому из критериев (см. рис. 5). Из этих векторов формируется соответствующая матрица

$$\mathbf{W}(CS)_{pr} = \{\mathbf{W}(C, S)_{kq},$$
$$k = 1, 2, \ldots, p,\ q = 1, 2, \ldots, r.$$

Чтобы получить глобальный вектор $\mathbf{W}(DS)_r$ приоритетов состояний S, надо умножить эту матрицу на глобальный вектор критериев $\mathbf{W}(DC)_p$: $\mathbf{W}(DS)_r = \mathbf{W}(CS)_{rp} \cdot \mathbf{W}(DC)_p$:

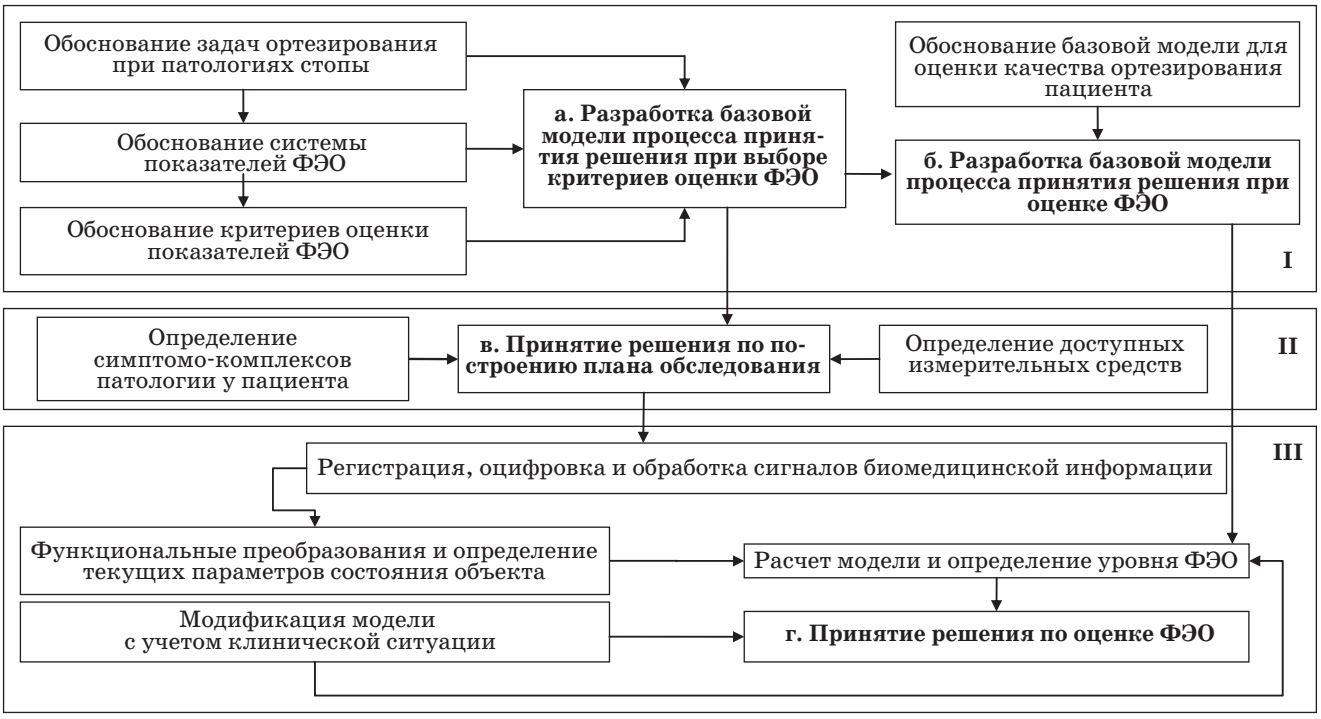
$$\begin{vmatrix} w_{c_1, s_1} & \ldots & w_{c_k, s_1} & \ldots & w_{c_p, s_1} \\ \ldots & \ldots & \ldots & \ldots & \ldots \\ w_{c_1, s_q} & \ldots & w_{c_k, s_q} & \ldots & w_{c_p, s_q} \\ \ldots & \ldots & \ldots & \ldots & \ldots \\ w_{c_1, s_r} & \ldots & w_{c_k, s_r} & \ldots & w_{c_p, s_r} \end{vmatrix} \times$$
$$\times \begin{vmatrix} w_{d, c_1} \\ \ldots \\ w_{d, c_k} \\ \ldots \\ w_{d, c_p} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} w_{d, s_1} \\ \ldots \\ w_{d, s_q} \\ \ldots \\ w_{d, s_r} \end{vmatrix}. \qquad (7)$$

Компоненты вектора $\mathbf{W}(DS)_r$ являются оценками r тестируемых состояний БТС «пациент—ортез». Пусть $w_{d,\, s1}$ будет оценка первого состояния БТС, $w_{d,\, s2}$ — второго, $w_{d,\, s3}$ — третьего. Тогда более эффективным будет признано ортезирование для того состояния БТС, оценка которого по глобальному вектору выше. Надо отметить, что оценка состояния БТС по каждому отдельному критерию (не говоря уже о глобальной оценке) не должна быть хуже, чем браковочное значение, т. е. значение критерия для состояния пациента без ОИ.

Рассмотрим использование предложенных моделей при оценке ФЭО, алгоритм которой представлен на рис. 6.

Трудоемкий и продолжительный этап разработки базовых моделей процесса принятия решения при выборе критериев оценки и при собственно оценке результатов ФЭО можно условно назвать «заочным», так как он *не имеет отношения к конкретным пациентам* и может быть выполнен заранее. Причем вторая из этих моделей является развитием первой.

На этапе построения плана биомеханического обследования присутствие пациента также не обязательно, но необходима информация о выявленных у него симптомо-комплексах, в соответствии с которыми ему было показано ортезирование. Эта информация в комплексе с «заочно» разработанной первой базовой моделью (моделью принятия решения при *выборе критериев* оценки



■ ***Рис. 6.*** *Алгоритм оценки ФЭО при патологии стопы*

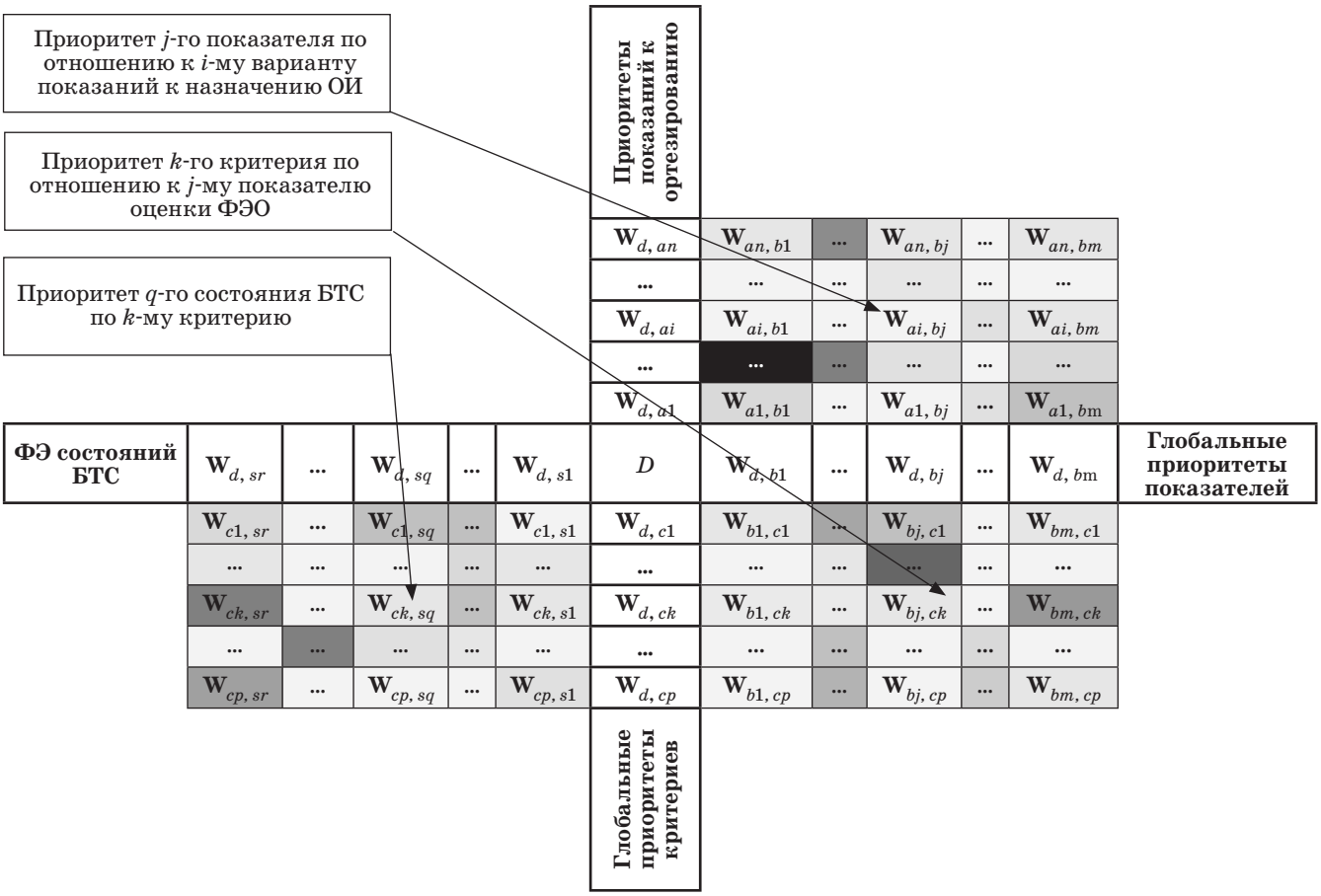
ФЭО) позволяет сформировать рациональный план обследования, чтобы не тратить время на регистрацию параметров, которые не используются в этих критериях, что важно для предотвращения усталости пациента, снижения дрейфа параметров его состояния и повышения точности результатов обследования.

Этап, на котором принимается решение о ФЭО, можно назвать «очным», так как он основан на получении биомедицинской информации о состоянии БТС «пациент — ортез» и всегда выполняется для конкретного пациента и в его присутствии. Использование при этом «заочно» разработанной второй базовой модели (модели принятия решения при *оценке результатов* ФЭО) позволяет значительно сократить время на оценку тестируемых состояний БТС, снизить утомляемость специалиста, повысить точность и адекватность оценки результатов.

Необходимость сокращать продолжительность каждого из этих этапов определяет целесообразность использования для этих целей возможностей компьютерных технологий.

Большое значение для эксперта имеет также «прозрачность» той логики, которая заложена в используемый метод принятия решений. Это может быть достигнуто благодаря созданию специализированного программного обеспечения, позволяющего отображать модель на экране монитора в информативной для визуального восприятия форме. С этой целью, при большом количестве альтернатив в модели, т. е. когда число связей между факторами столь велико, что линии, отображающие связи между ними, становятся неразличимыми (см. рис. 1), может быть предложено представление модели в матричной форме (рис. 7). Кодирование значимости альтернатив цветом еще более облегчает визуальное восприятие модели.

Разработкой специализированного программного обеспечения можно также обеспечить возможность быстрой модификации модели экспертом заранее или непосредственно в процессе оценки ФЭО. Добавляя новые альтернативы и изменяя их приоритеты, он сможет адаптировать модель к клинической ситуации, которая не была учтена в ней при разработке. Такая «гибкость» модели, вероятно, должна иметь большое значение для внедрения данного метода в ортезировании.



■ ***Рис. 7.*** *Модель принятия решения при оценке ФЭО в матричной форме*

Заключение

Множество плохо формализуемых показателей, определяемых в разных шкалах измерения и являющихся неравными по значимости для разных пациентов, обусловливают сложность оценки результатов ФЭО и ограничивают практическое применение инструментальных методов при данном виде контроля. Способствовать решению этой проблемы может поддержка принятия решения как на этапе выбора критериев оценки для формирования плана биомеханического обследования и измерения параметров состояния БТС, так и на этапе оценки результатов этих измерений.

Для обеспечения режимов поддержки принятия решений при оценке ФЭО целесообразно использовать модели, разработанные на основе анализа иерархий соответствующих процессов принятия решений.

Модель процесса принятия решения при выборе критериев оценки должна содержать иерархические уровни с альтернативами: показания к назначению ОИ, показатели эффективности ортезирования, критерии оценки. Для оценки эффективности ортезирования модель должна также содержать уровень, альтернативами которого являются варианты состояний БТС «пациент—ортез».

Повышение эффективности метода обеспечивается отображением моделей принятия решения в матричной форме, автоматизацией связанных с их использованием расчетов, обеспечением возможности коррекции моделей непосредственно в процессе обследования пациента для адаптации к ранее неучтенной в ней клинической ситуации, что требует привлечения компьютерных технологий.

Литература

1. **Плавинский С. Л.** Биостатистика: Планирование, обработка и представление результатов биомедицинских исследований при помощи системы SAS. — СПб.: СПбМАПО, 2005. — С. 513–518.
2. **Саати Т.** Принятие решений. Метод анализа иерархий. — М.: Радио и связь, 1993. — 278 с.
3. **Пфанцагль И.** Теория измерений. — М.: Мир, 1976. — 248 с.

ПАМЯТКА ДЛЯ АВТОРОВ

Поступающие в редакцию статьи проходят обязательное рецензирование.

При наличии положительной рецензии статья рассматривается редакционной коллегией. Принятая в печать статья направляется автору для согласования редакторских правок. После согласования автор представляет в редакцию окончательный вариант текста статьи.

Процедуры согласования текста статьи могут осуществляться как непосредственно в редакции, так и по e-mail (80x@mail.ru).

При отклонении статьи редакция представляет автору мотивированное заключение и рецензию, при необходимости доработать статью — рецензию. Рукописи не возвращаются.

Редакция журнала напоминает, что ответственность за достоверность и точность рекламных материалов несут рекламодатели.