

УДК 687. 016.5:687.256:61

**МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ КОРРЕКЦИИ  
ДЕФОРМАЦИЙ ОПОРНО-ДВИГАТЕЛЬНОГО АППАРАТА**

*Н.Л. КОРНИЛОВА, Ю.А. ШАММУТ, С.И. КОЛОТИЛОВ, С.В. КОРОЛЕВА, Ю.С. ЖАРОВА*

**(Ивановская государственная текстильная академия, Аэромобильный госпиталь, в/ч 65390)**

Положению проекции общего центра масс человека (ОЦМ) на плоскости опоры при различных заболеваниях опорно-двигательного аппарата (ОДА), в том числе сколиозе, постоянно уделяется большое значение. При этом наблюдаются противоречивые мнения различных авторов относительно информативности этого показателя: одни говорят о выявлении отклонений проекции ОЦМ относительно "нормы" при сколиозе [1], другие – об отсутствии таковых [2].

Нерешенным остается вопрос, что же принимать за "норму" – где должна находиться проекция ОЦМ у людей с отсутствием нарушений ОДА? Авторами предлагается сравнивать ее с контрольной группой (среднестатистическим положением ОЦМ в этой группе) [1], считать нормой положение проекции ОЦМ в центре четырехугольника, образуемого на опорной площадке стопами обследуемого, или в точке пересечения диагоналей этого четырехугольника [2]. В любом из этих вариантов не учитывается реальное расположение опорных точек пациента, то есть опорный контур, относительно которого и следует рассматривать положение проекции ОЦМ.

В [3] проанализированы характеристики статической устойчивости механических систем, имеющих опорный контур, под действием различных систем сил. В частности, показано, что при отсутствии воздействия на объект внешних опрокидывающих сил запас статической устойчивости объекта на опрокидывание определяется величинами моментов равнодей-

ствующей относительно ребер опорного контура. Равнодействующая элементарных сил тяжести человека  $\vec{P}$  перпендикулярна плоскости опорного контура, а линия действия ее проходит через точку  $O$  – точку проекции ОЦМ.

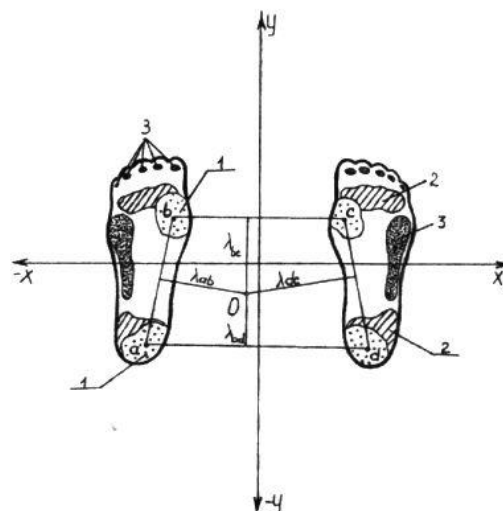


Рис. 1

Момент этой силы, например, относительно ребра  $av$  опорного контура  $M_{av}$  определяется как произведение силы на плечо (рис. 1):

$$M_{av} = P \lambda_{av} , \quad (1)$$

где  $\lambda_{av}$  – плечо силы  $P$ , то есть длина перпендикуляра, опущенного из точки  $O$  на ребро  $av$ .

В настоящее время положение проекции ОЦМ определяется с использованием многофункциональных компьютерных стабилметрических комплексов [2], [4].

При выполнении исследования регламентируется постановка стоп обследуемого на платформе: параллельно, ноги на ширине таза (американский вариант), или пятки вместе, носки врозь под углом 30° (европейский вариант стойки). Кроме этого, некоторыми авторами [4] предлагается ориентировать стопы на платформе любым, удобным для обследуемого, образом, но обязательно симметрично относительно осей платформы.

При каждом из вариантов постановки опорный контур обследуемого принимает свой вид. Для выявления характера опорного контура человека в вертикальной стойке нами получены оттиски стоп группы здоровых людей, не имеющих деформаций стоп и нарушений опорно-двигательного аппарата.

Для снятия оттисков использовали пенополиуретан Медиорт-612 (ООО "Проп-Уретан", г.Владимир). Участки с различным давлением образуют на оттисках зоны разной глубины. Приборным методом определена глубина оттисков и изготовлены контурограммы стоп (рис.1), на которых выделены зоны: 1 – максимального давления, соответствующая глубине оттиска от 3 до 4 см; 2 – среднего давления при глубине оттиска от 2 до 3 см и 3 – минимального давления (глубина от 1 до 2 см). В зонах максимального давления определены точки экстремальной глубины – центры давления (точки a,b,c,d на рис.1).

Установлено, что у здоровых людей центры давления внутри контуров стоп располагаются на головке пяточного бугра и головке плюсневой кости большого пальца, что согласуется с данными [5]. Таким образом, опорный контур представляет собой четырехугольник abcd.

Для проведения стабилметрических исследований контурограммы стоп обследуемых нанесены на планшеты в соответствии с вышеуказанными способами их размещения на платформе (для европейского, американского и удобной стойки) с точной разметкой на них центров давлений.

На рис. 1 изображен вариант такого планшета для обследуемой К. Точками a,b,c,d отмечены центры давлений, показано положение осей координат (X и Y), принятое в стабилметрических комплексах ОКБ "РИТМ" (г.Таганрог), а также проекция ОЦМ (точка O) согласно координатам протокола обследования данной пациентки (при обследовании оси координат, нанесенные на планшете, и оси координат платформы совмещены, стопы точно установлены на контурограммы).

Характеристиками устойчивости обследуемого являются длины плеч  $\lambda_{av}, \lambda_{bc}, \lambda_{cd}, \lambda_{da}$ , которые однозначно определяют положение точки O внутри опорного контура. Но наиболее информативными характеристиками положения проекции ОЦМ являются величины коэффициентов асимметрии.

Поскольку опорный контур представляет собой четырехугольник (рис.1), то можно указать две оси симметрии: по фронтالي – это биссектриса угла между ребрами av и dc, а по сагиттали – между ребрами ad и bc.

Коэффициенты асимметрии положения проекции ОЦМ  $K_a$  определяются из выражений

$$K_a = \frac{\lambda(+)-\lambda(-)}{\lambda(+)+\lambda(-)} \cdot 100, \% \quad (2)$$

где  $\lambda(+)$  – длина большего по величине плеча;  $\lambda(-)$  – меньшего.

Для пациентки К (рис.1) выражения коэффициентов асимметрии по фронтали  $K_a(\text{фр})$  и по сагиттали  $K_a(\text{саг})$  имеют вид:

$$K_a(\text{фр}) = \frac{\lambda_{dc} - \lambda_{ab}}{\lambda_{dc} + \lambda_{ab}} \cdot 100, \% \quad (3)$$

$$K_a(\text{саг}) = \frac{\lambda_{bc} - \lambda_{ad}}{\lambda_{bc} + \lambda_{ad}} \cdot 100, \% \quad (4)$$

Если в формуле (2) числитель и знаменатель умножить на Р, то с учетом (1) получим:

$$K_a = \frac{P\lambda(+) - P\lambda(-)}{P\lambda(+) + P\lambda(-)} \cdot 100 = \frac{M_{ab} - M_{dc}}{M_{ab} + M_{dc}} \cdot 100, \% \quad (5)$$

Таким образом, предлагаемый коэффициент асимметрии характеризует одновременно асимметрию запаса статической устойчивости и позволяет количественно оценить устойчивость вертикальной позы пациента. При  $K_a(\text{фр}) = K_a(\text{сag}) = 0$  точка О находится точно в "центре симметрии" опорного контура (точке пересечения осей симметрии), что говорит об одинаковом запасе устойчивости относительно противоположащих ребер опорного контура как в переднезаднем, так и в поперечном направлениях. При  $K_a = 100\%$  проекция ОЦМ располагается на одном из ребер опорного контура, что говорит о потере устойчивости относительно этого ребра. Следовательно, величины  $K_a$  могут характеризовать степень деформации ОДА, а также эффективность приспособительной реакции организма на эту деформацию.

Зная координаты точек  $a, b, c, d$  и  $O$ , длины плеч можно рассчитать аналитически. Прямая, проходящая через две точки, может быть представлена уравнением

$$\begin{vmatrix} x_2 - x_1 & y_2 - y_1 \\ x - x_1 & y - y_1 \end{vmatrix} = 0 \quad (6)$$

или

$$Ax + By + C = 0. \quad (7)$$

Подставляя в (6) в качестве  $x_1, y_1$  и  $x_2, y_2$  координаты точек центров давлений одного из ребер опорного контура (например, точек  $a$  и  $b$  ребра  $ab$ ), получим уравнение прямой, проходящей через эти точки.

Расстояние от точки  $O$  с координатами  $x_0$  и  $y_0$  до этой прямой равно абсолютно-му значению выражения:

$$\lambda = \left| \frac{Ax_0 + By_0 + C}{\sqrt{A^2 + B^2}} \right|. \quad (8)$$

Используя (6...8) и (3), (4), для пациентки  $K$  рассчитаны величины коэффициентов:  $K_a(\text{фр}) = 2,5\%$ ;  $K_a(\text{сag}) = 6,8\%$ .

Таким образом, коэффициент асимметрии запаса статической устойчивости относительно ребер опорного контура является легко определяемым количественным показателем степени деформации ОДА, который может быть легко получен с использованием стабилметрических комплексов любой конструкции при условии введения в алгоритм анализа (формирования отчета исследования) соответствующих математических процедур.

Предлагаемые показатели могут использоваться также для оценки эффективности коррекции ОДА, осуществляемой в процессе изготовления и эксплуатации ортопедических корсетных изделий. Для этого необходимо проанализировать результаты стабилметрических исследований, проводимых сразу после формирования корсета (в первые 30...60 мин носки), а также через определенные промежутки времени (например, сутки, трое, семь, месяц и т.д.).

Если выявляется уменьшение асимметрии проекции ОЦМ при обследовании в корсете, по сравнению с первичным обследованием, и следовательно, увеличение запаса статической устойчивости, то можно делать вывод о положительном влиянии корсета на опорно-двигательный аппарат пациента.

В противном случае следует подумать об изменении конструкции корсета или о необходимости дополнительных обследований пациента с целью выявления сопутствующих патологий, препятствующих эффективной коррекции ОДА.

## ВЫВОДЫ

1. Обоснована необходимость анализа положения проекции общего центра масс относительно опорного контура человека при выявлении и последующем лечении поражений опорно-двигательного аппарата.

2. Показано, что у здоровых людей опорным контуром является четырех-

угольник, образуемый на опорной площадке центрами давлений головок пяточных бугров и головок плюсневых костей больших пальцев.

3. Предложено рассчитывать коэффициенты асимметрии запаса статической устойчивости при первоначальном осмотре для оценки степени деформации ОДА, а также в корсете, сразу после его изготовления и через определенные промежутки времени, для оценки эффективности коррекции.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Казьмин А.И., Кон И.И., Беленький В.Е. Сколиоз. – М., 1981.
2. Скворцов Д.В. Клинический анализ движений. Анализ походки. – М., 1996.
3. Колотилов С.И., Анфимов В.Г., Смирнов В.И. // Изв. Ивановск. отд. Петровск. акад. наук и искусств. – Иваново, 2001, вып. 6.
4. StabMed 2.0. Программно-методическое обеспечение компьютерного стабиллографического комплекса. Руководство пользователя. – Таганрог, 2002.
5. Колесников Н.В. Анатомия человека. – М., 1967.

Рекомендована кафедрой технологии швейных изделий. Поступила 22.04.04.