

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОРРИГИРУЮЩЕГО ДАВЛЕНИЯ В ПРОФИЛАКТИЧЕСКОЙ ОДЕЖДЕ ШКОЛЬНИКОВ

Слесарчук И.А.¹, Помазкова Е.И.², Медведев А.М.¹

¹ФГБОУ ВПО «Владивостокский государственный университет экономики и сервиса», Владивосток, Россия (690014, Владивосток, ул. Гоголя, 41), e-mail: slesarchuk65@mail.ru

²ФГБОУ ВПО «Амурский государственный университет», Благовещенск, Россия (675029, Благовещенск Амурской области, Игнатьевское шоссе, 21), e-mail: pomazkovaei@mail.ru

Рассматривается один из основных вопросов при проектировании специализированной школьной одежды для профилактики нарушений и коррекции осанки – определение корригирующего давления встроенных конструктивных элементов. Приводятся результаты исследований по достижению эффекта коррекции осанки в профилактической школьной одежде за счет оказываемого корригирующими элементами давления. На примере модели коррекции деформации позвоночника в виде изгиба шарнирно опертой балки под действием двух противоположно направленных сил – со стороны спины в области лопаток и в области живота на уровне поясничной точки, определены принципиальные условия обеспечения коррекции позвоночника. Полученное соотношение противодействующих сил коррекции деформации позвоночника в области спины и живота для профилактической школьной одежды позволит обоснованно осуществить выбор конструктивных параметров корригирующих элементов.

Ключевые слова: профилактическая школьная одежда, коррекция осанки, корригирующие элементы, давление.

DEFINING OF CORRECTIVE PRESSURE IN PREVENTIVE CLOTHES OF SCHOOLCHILDREN

Slesarchuk I.A.¹, Pomazkova E.I.², Medvedev A.M.¹

¹Vladivostok State University of Economy and Service (VSUES), Vladivostok, Russia (690014, Vladivostok, str. Gogol, 41), e-mail: slesarchuk65@mail.ru

²Amur State University (ASU), Blagoveshchensk, Russia (675029, Blagoveshchensk of Amur Region, Ignatyevskoe Highway, 21), e-mail: pomazkovaei@mail.ru

Considered one of the main issues when designing the specialized school clothes for the prevention of violations and posture correction - defining corrective pressure of built-in structural elements. Are given the results of research on achievement of effect of posture correction in preventive school clothes due to the pressure of corrective elements. Principle conditions of ensuring of correction of the spine were defined on the example of model of correction of spinal deformity in the form flexural of beam, resting on the hinges, under the action of the two opposite forces – from the side of back in the blades and of abdomen at the level point the lumbar. The obtained value of opposing forces correct the deformation of the spine in the back and abdomen for the prevention of school clothes will allow reasonably choose of design parameters of corrective elements.

Keywords: preventive school clothes, correction of posture, corrective elements, pressure.

Введение

Лечебно-профилактическая одежда, в частности, для коррекции патологических нарушений осанки в настоящее время занимает важное место в сохранении и укреплении здоровья современного человека. Особую значимость приобретает проектирование одежды для учащихся младшего школьного возраста, позволяющей сформировать правильную осанку ребенка.

Проведенные ранее исследования [8] позволили обозначить нетрадиционный подход к созданию одежды для профилактики и лечения различных нарушений осанки, рассматривая ее как средство управления процессом коррекции этих нарушений. Выявлена целесообразность осуществления проектирования такой одежды на основе принципов

биоуправления, в основу которых положены кибернетические представления о механизмах регуляции и управления систем организма человека посредством обратной связи.

В качестве средства управления процессом профилактики и коррекции нарушений осанки предложено рассматривать одежду, отличительной чертой которой служит наличие специальных корригирующих элементов на спинке и в области мышц брюшного пресса [7]. С помощью этих элементов, осуществляющих целенаправленные управляющие воздействия путем обратного давления на мышцы спины и выпирающие лопатки (активное усилие) и мышцы брюшного пресса (реактивное усилие), обеспечивается сбалансированное равновесное положение тела, которое является одним из показателей динамического стереотипа, характеризующего правильную осанку.

Задача обеспечения эффекта коррекции состоит в теоретическом обосновании соотношения между активным и реактивным усилиями. В настоящее время существующие модели механической коррекции позвоночника [5, 6] рассматривают в основном условия достижения равновесия при коррекции тяжелой патологии – сколиотической деформации, происходящей во фронтальной плоскости. Это не позволяет установить величины корригирующих усилий в школьной одежде нового ассортимента, предназначенной, главным образом, для профилактики и коррекции происходящих во время учебных занятий нарушений осанки, характеризующихся изменениями преимущественно в сагиттальной плоскости. На сегодняшний день данные о соотношении активных и реактивных сил в подобной одежде отсутствуют, а единственным критерием выбора величин давления в существующих корректорах осанки является величина допустимого давления на тело человека.

В связи с этим возникает необходимость обоснованного выбора величин противодействующих усилий корригирующих элементов, которые бы, с одной стороны, были необходимы для достижения эффекта коррекции и вместе с тем не превышали максимально допустимые пределы давления на тело человека.

Целью работы явилось определение соотношения величин давления корригирующих элементов профилактической одежды школьников.

Материалы и методы исследования

Объектом исследования является школьная профилактическая одежда в виде жилета со специальными встроенными вертикальными корригирующими элементами и поясным элементом в области брюшного пресса. Для решения поставленной задачи в работе использован метод математического моделирования на основе теории сопротивления материалов. Экспериментальная проверка адекватности полученных моделей осуществлялась методом натурного моделирования с использованием прибора для

измерения давления на основе лепесткового датчика конструкции А.И. Шапошникова [1], применяемого при медицинских обследованиях.

Результаты исследования и их обсуждение

В результате биомеханического анализа процесса нарушения осанки установлено, что для получения правильной осанки необходимо осуществлять целенаправленное воздействие средствами управления (конструктивными элементами одежды) на мышцы-антагонисты (сгибатели и разгибатели), расположенные на спине и на животе ребенка. В качестве средств управления в одежде предложено использовать вставные вертикальные корригирующие элементы на спинке, расположенные в проекции зон паравертебральной и лопаточной линий тела человека, и корригирующий поясной элемент в области живота. Давление ребра жесткости активизирует узловые точки корешков нервной сети человека, через которые посылаются команды головному мозгу для корректировки управляющих импульсов, в результате происходит расслабление тонуса мышц, уменьшается функциональная компонента искривления, и осанка поддерживается в вертикальной симметричной позе.

Действие активного усилия R_1 , оказываемого конструктивным элементом на уровне лопаточной точки спинки, производит, таким образом, обратное смещение грудного отдела позвоночника. Для достижения равновесия системы необходимо, чтобы поясной элемент обеспечивал равное противоположное по знаку реактивное усилие R_2 .

В качестве модели коррекции деформации позвоночника при вынужденной статической позе с помощью жилета рассмотрим схему изгиба шарнирноопертой балки под действием двух противоположно направленных сил – со стороны спины в области лопаток R_1 и в области живота на уровне поясничной точки R_2 (рисунок 1). В статическом состоянии позвоночник представляется в виде гибкого предварительно деформированного стержня, закрепленного в двух точках – на уровне позвонков $C7 - A$ (шейный отдел) и $S1 - B$ (крестцовый отдел). В этих пунктах расположены шарнирно-подвижные опоры для прилежащих сегментов, в которых возникают реакции опор R_3 и R_4 .

Длина стержня a определяется разностью высот шейной (Т10) и ягодичной (Т86) точек согласно ГОСТ 17916-2004 [3] и ГОСТ 17917-2004 [4]. Расстояния a_1 , a_2 , a_3 представляют собой разность соответствующих антропометрических размерных признаков тела ребенка.

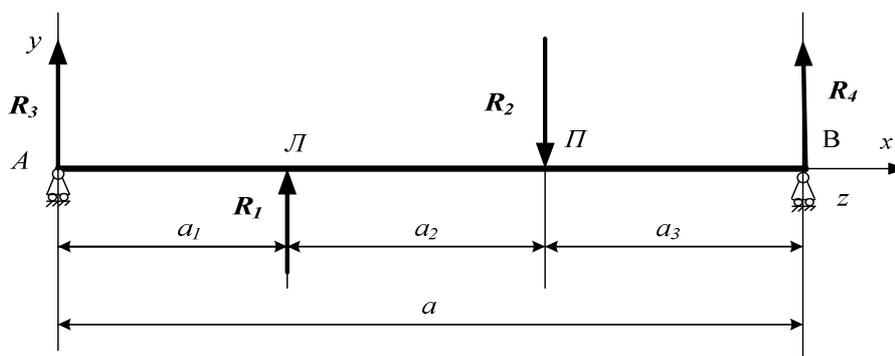


Рисунок 1. Модель коррекции деформации позвоночника в виде схемы загрузки балки сосредоточенными силами

R_1, R_2 – усилия, оказываемые корригирующими элементами жилета на уровнях соответственно лопаточной и поясничной точек;

R_3, R_4 – реакции опор;

a – расстояние, определяемое разностью высот шейной и ягодичной точек ($T10-T86$);

a_1 – расстояние, определяемое разностью высот шейной и лопаточной точек ($T10-T87$);

a_2 – расстояние между лопаточной и поясничной точками, определяемое разностью соответствующих высот ($T87-T7$);

a_3 – расстояние между поясничной и ягодичной точками ($T7-T86$).

На примере этой модели возможно установление соотношения между активными и реактивными усилиями в зависимости от их местоположения в пролете между опорами балки.

В соответствии с научными исследованиями М.В. Михайловского [6], проведенными применительно к корригирующим корсетам, будем считать, что конструктивные элементы в виде металлических полос или каких-либо нешироких ремней, создающие корригирующую силу, можно условно отнести к источникам точечного усилия.

Корригирующий эффект может быть достигнут только в случае равновесия данной системы сил, исходя из условия которого можно будет выразить соотношение между значениями активной R_1 и реактивной R_2 нагрузок.

Согласно условию равновесия системы сумма моментов всех сил относительно какой-нибудь точки, например относительно точки А, должна быть равна нулю [2]:

$$\sum M_A = 0; \quad (1)$$

$$-R_1 a_1 + R_2 (a_1 + a_2) - R_4 a = 0, \quad (2)$$

Отсюда найдем R_4 :

$$-R_4 a = R_1 a_1 - R_2 (a_1 + a_2); \quad (3)$$

$$R_4 = \frac{R_2(a_1 + a_2) - R_1 a_1}{a} . \quad (4)$$

Запишем условие равновесия для суммы моментов сил относительно точки В:

$$\sum M_B = 0 ; \quad (5)$$

$$-R_3 a + R_1(a_2 + a_3) - R_2 a_3 = 0 , \quad (6)$$

Выразим R_3 :

$$R_3 = \frac{R_2 a_3 - R_1(a_2 + a_3)}{a} . \quad (7)$$

Из уравнения статики $\sum R_Y = 0$, тогда:

$$R_3 + R_4 - R_2 + R_1 = 0 , \quad (8)$$

Выразим R_3

$$R_3 = R_2 - R_1 - R_4 . \quad (9)$$

После выполнения соответствующих преобразований получим выражение для сил R_1 и R_2 :

$$R_1 = \frac{R_2 a_3 - a + a_2}{a_2 + a_3 - a - a_1} . \quad (10)$$

Подставив выражения для a , a_1 , a_2 , a_3 в формулу (10) и выполнив соответствующие преобразования, получим:

$$R_1 = \frac{1}{2} R_2 . \quad (11)$$

Полученный аналитический расчет соотношения корригирующих усилий R_1 и R_2 подтвержден экспериментально на основе оценки давления одежды на тело человека с помощью лепесткового датчика конструкции А.И. Шапошникова.

Для проведения эксперимента установлены зоны измерения величины давления одежды на тело ребенка. Для измерения R_1 выбрана точка со стороны, передана на уровне выступающей точки живота. Для R_2 измерения проводились со стороны спины на уровне лопаточной точки. Измерения проводились в положении сидя в позе с малым наклоном, характерном для письма, чтения за столом, работы за компьютером.

Эксперимент проводился в следующей последовательности:

резиновый датчик с прижатыми друг к другу пластинами и закрытым выходным отверстием помещался между поверхностью тела и исследуемой экспериментальной моделью одежды;

поступление воздуха через воздухонагнетатели увеличивалось до тех пор, пока давление внутри датчика не выравнивалось с давлением исследуемого образца на поверхность тела;

в момент равенства давлений пластины датчика, отделяясь друг от друга, открывали выходное отверстие. Величина давления фиксировалась манометром.

В ходе проведенного эксперимента получены величины давления корректирующими элементами одежды на тело ребенка. Результаты эксперимента представлены на рисунке 2.

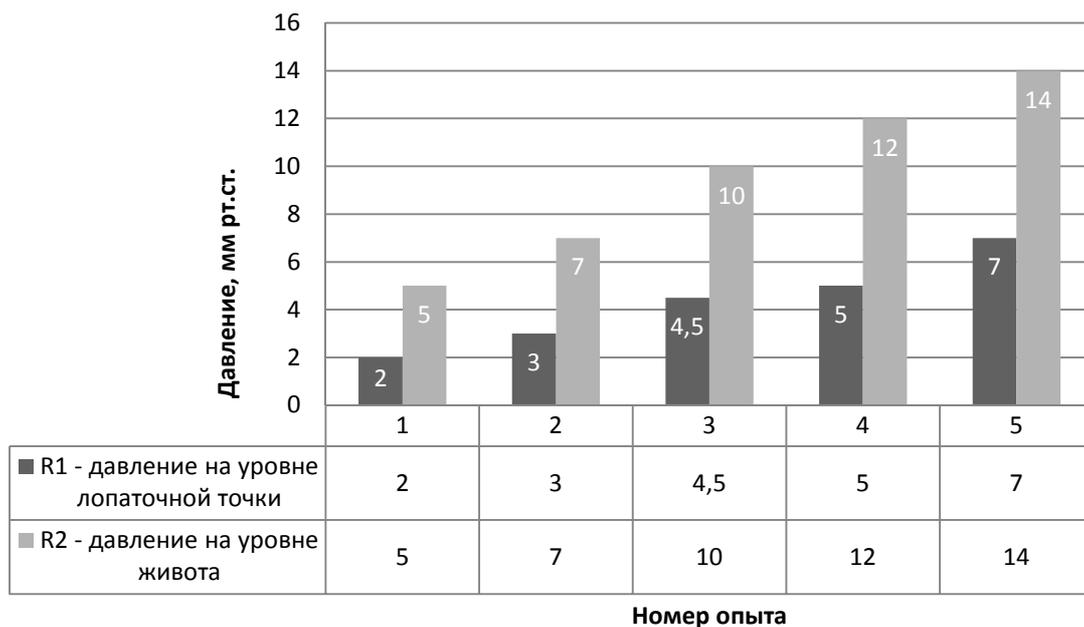


Рисунок 2. Результаты эксперимента по определению величин давления корректирующими элементами одежды на тело

Экспериментальные данные подтверждают достоверность полученного соотношения сил коррекции деформации позвоночника (11).

Заключение

Таким образом, в результате теоретических исследований установлено, что эффект коррекции осанки будет достигнут при условии превышения вдвое усилия, прикладываемого на уровне живота, по сравнению с усилием на уровне лопаточной точки. Полученное соотношение противодействующих сил коррекции деформации позвоночника в области спины и живота для профилактической школьной одежды позволит в дальнейшем разработать математические модели определения конструктивных параметров корректирующих элементов на спинке и в области живота.

Список литературы

1. Акилова, З.Т. Проектирование корсетных изделий / З.Т. Акилова – М.: Легкая индустрия, 1979. – 168 с.
2. Беляев Н.М. Сопротивление материалов / Н.М. Беляев; 15 изд., перераб. – М.: Наука, 1976. – 608 с.
3. ГОСТ 17916-86. Фигуры девочек типовые. Размерные признаки для проектирования одежды. – М.: Изд-во стандартов, 1986. – 98с.
4. ГОСТ 17917-86. Фигуры мальчиков типовые. Размерные признаки для проектирования одежды. – М.: Изд-во стандартов, 1986. – 98с.
5. Корнилова Н.Л. Разработка и исследование технологии изготовления корсетных изделий специального назначения: автореф. ... канд. техн. наук 05.19.04 – Иваново, 1999. – 21 с.
6. Михайловский М.В. Проблема механической коррекции сколиотической деформации в комплексе консервативного лечения / М.В. Михайловский, С.А. Шуц, Т.Н. Садовая // Хирургия позвоночника. – 2006. – № 4. – С. 33-39.
7. Помазкова Е.И., Слесарчук И.А. Проектирование детской одежды для профилактики нарушений осанки на основе теории управления / Е.И. Помазкова, И.А. Слесарчук. – Благовещенск: Амурский гос. ун-т, 2013. – 132 с.
8. Слесарчук И.А., Помазкова Е.И., Кривошеев В.П. Концепция проектирования детской профилактической одежды на основе теории управления // Швейная промышленность. – 2013. – № 2. – С.16-18.

Рецензенты:

Бойцова Т.М., д.т.н., профессор, директор института сервиса, туризма и дизайна ВГУЭС, г. Владивосток.

Шеромова И.А., д.т.н., профессор кафедры сервисных технологий ВГУЭС, г. Владивосток.