

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Амурский государственный университет»

Е.И. Помазкова, И.А. Слесарчук

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ДЕТСКОЙ ОДЕЖДЫ
ДЛЯ ПРОФИЛАКТИКИ НАРУШЕНИЙ ОСАНКИ
НА ОСНОВЕ ТЕОРИИ УПРАВЛЕНИЯ

Благовещенск
Издательство АмГУ
2013

УДК 687.1
ББК 37.24 – 2
П 55

*Рекомендовано
ученым советом университета*

Рецензенты:

И.А. Шеромова, д-р техн.наук, профессор кафедры сервисных технологий Владивостокского государственного университета экономики и сервиса, г. Владивосток;

С.П. Присяжная, д-р техн.наук, профессор Дальневосточного государственного аграрного университета, г. Благовещенск.

Помазкова, Е.И., Слесарчук И.А.

П 55 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.

Монография посвящена вопросам разработки одежды для профилактики нарушений осанки. Изложены теоретические положения нового концептуального подхода к проектированию детской профилактической одежды на основе теории управления, предусматривающего рассмотрение одежды как средства управления двигательными функциями ребенка для достижения требуемых результатов оздоровления. Представлены возможности использования результатов теоретических исследований для поиска новых конструктивно-технологических решений школьной одежды для профилактики нарушений осанки, учитывающих возрастные особенности детей и специфику школьного обучения.

Монография предназначена для инженерно-технических и научных работников, преподавателей, студентов и аспирантов высших учебных заведений.

ББК 37.24 – 2

ISBN 978-5-93493-202-3

© Помазкова Е.И., Слесарчук И.А.
© Амурский государственный университет, 2013

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время нарушение осанки, по данным статистики, является одной из самых распространенных патологий у детей, особенно школьного возраста [1]. Серьезность проблемы нарушений осанки у детей и подростков обусловлена тем, что без своевременной коррекции статические деформации становятся предрасполагающим фактором для развития структурных изменений в позвоночнике и заболеваний внутренних органов, являющихся причиной снижения или потери трудоспособности в зрелом возрасте [2, 3].

Отмечая постоянное увеличение числа школьников с нарушениями осанки, многие специалисты приходят к единому мнению, что ввиду специфики организации процесса обучения, связанного с резким ограничением двигательной активности и доминированием сидячей статической позы, проблему формирования и профилактики осанки необходимо решать, главным образом, в общеобразовательных учреждениях [4, 5].

Учитывая недостаточность существующих оздоровительных форм занятий физической культурой, проводимых в режиме учебного дня, а также невероятную сложность непрерывного контроля осанки со стороны педагога и самого ребенка, для профилактики нарушений осанки медиками в условиях урока рекомендуется использовать специализированные изделия (корректоры осанки), призванные путем искусственного распрямления позвоночника и разворота плеч формировать устойчивый статико-динамический стереотип ребенка. Однако, на практике эффективность таких изделий невысока. Существующие недостатки корректоров осанки (чрезмерное давление на плечи и в области подмышечных впадин, ограничение дыхательной экскурсии грудной клетки, невозможность самостоятельного надевания и снятия, излишняя толщина, внешний вид как индикатор ущербности здоровья ребенка) доставляют детям массу неудобств и приводят к невозможности использования таких изделий во время учебных занятий.

Низкая эффективность результатов коррекции даже при ношении существующих корректоров указывает на несовершенство традиционных подходов

к разработке их конструктивного устройства и необходимость рассмотрения одежды для профилактики нарушений осанки как средства управления сложной динамической системой организма ребенка.

Решать задачу профилактики осанки предложено путем проектирования соответствующей школьной одежды, которая способна сформировать устойчивый статико-динамический стереотип ребенка за счет уменьшения функциональной компоненты искривления позвоночника и поддержания осанки в правильной симметричной позе незаметно для окружающих и самого школьника, являясь при этом эстетически привлекательной, внешне обычной верхней одеждой, пригодной для постоянной носки.

Отсутствие теоретических и экспериментальных исследований по проектированию принципиально нового ассортимента детской одежды, совмещающей функции обычной школьной формы и корректора осанки, профилактическое действие которого основано на принципах управления, явились основанием для выполнения данной работы.

Исследования, представленные в монографии, выполнены по заявке МУЗ «Детская городская клиническая больница» г. Благовещенска в соответствии с договором о творческом сотрудничестве.

Авторы выражают благодарность проф. кафедры информационных систем и прикладной информатики В.П. Кривошееву, преподавателям кафедры сервисных технологий ВГУЭС, участвовавшим в проведении исследований и обсуждении полученных результатов.

1. КОМПЛЕКСНЫЙ АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ПРОБЛЕМ В ОБЛАСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ШКОЛЬНОЙ ОДЕЖДЫ ДЛЯ ПРОФИЛАКТИКИ НАРУШЕНИЙ ОСАНКИ

1.1. Анализ причин нарушений осанки школьников и существующих способов ее профилактики

Анализ научной литературы показал, что под нормальной осанкой специалисты понимают индивидуальные особенности конфигурации тела человека в спокойном вертикальном положении, требующие минимальных затрат мышечной энергии для поддержания тела в равновесии [2, 6].

При правильной осанке голова и туловище находятся на одной вертикальной линии, плечи развернуты, слегка опущены и расположены на одном уровне, лопатки прижаты, грудь слегка выпукла, физиологические изгибы позвоночного столба равномерно выражены в сагиттальной плоскости (не более 4 см), ноги выпрямлены в коленных и тазобедренных суставах [7, 8]. Отклонение одного или нескольких признаков является нарушением осанки.

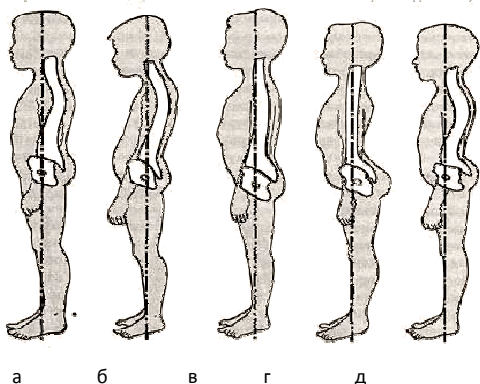


Рис. 1.1. Схема типов осанки по Штоффелю:
а – нормальная осанка; б – круглая спина;
в – плоская спина; г – плосковогнутая спина;
д – кругловогнутая спина.

Основными факторами, определяющими осанку, ученые [6, 9-16] считают форму сагиттальных изгибов позвоночника столба и уровень надплечий, принятых В.В. Бунаком, Л.П. Николаевым, Н. Волянским. Для характеристики типов осанки детского населения наиболее подходит схема Н. Волянского. У детей чаще встречаются типы лордической осанки. Кифотические типы для них не характерны [2,17].

пу осанки определяют различными методиками. Согласно [18, 19], измеряют количественные показатели, характеризующие глубины физиологических изгибов позвоночника на основных уровнях: Т80, Т81, Т82, Т84, Т112.

Существует единая медицинская классификация типов нарушения осанки у детей по Штоффелю, в соответствии с которой выделяют пять типов [20]. Типы нарушений осанки по Штоффелю представлены на рис. 1.1.

Обобщение результатов проведенного анализа литературных источников по проблеме исследования [2,3,17,21-29,30-33] позволяет предложить следующую классификацию причин, оказывающих влияние на процесс формирования осанки школьников представленную на рис. 1.2.

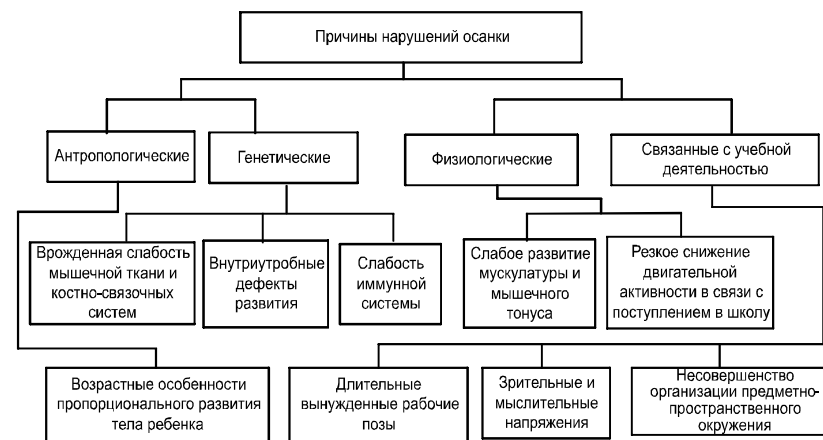


Рис. 1.2. Классификация причин, влияющих на формирование осанки.

По мнению А.Г. Аболишина [34], осанку недостаточно характеризовать только формой позвоночного столба, необходимо рассматривать ее как сложноорганизованный объект.

Анализ литературы в области медицины [21, 22, 35-37], педагогики [23-29, 38], анатомии [10, 13, 35, 39], эргономики [40, 42] и спортивной морфологии [15, 31, 32, 41-43] по проблеме формирования правильной осанки показал, что, согласно современным взглядам, осанка считается интегральной характеристикой состояния организма и отражает результат комплексного воздействия на

него внешних (важнейшими из которых являются социальные условия жизни, деятельности, развития индивида) и внутренних факторов.

1.1.1. Внутренние факторы, влияющие на осанку школьника

Анализ медицинской литературы [16, 20, 34, 35, 37] показал, что среди внутренних факторов, влияющих на осанку, важнейшим служит строение скелета, его опорные, рессорные и эластические свойства, а также взаимодействие его звеньев. Пассивный двигательный аппарат составляется из костных звеньев, подвижно сочлененных между собой, образуя кинематические цепи. Позвоночник человека (рис. 1.3) является центральной осью тела, сложной по конструкции системой, выполняющей очень важные функции – опора тела, основание для прикрепления костей и мышц, рессорная функция, участие в движении головы и туловища и др. [44, 45].

Вместе с позвонками активную роль в осуществлении опорной и двигательной функций позвоночника играют межпозвоночные диски, которые у ребенка по своему составу отличаются от таковых у взрослых. Более высокое содержание воды в межпозвоночных дисках ребенка обуславливает их высокую эластичность и функциональную нестабильность [47, 48]. Учитывая то, что даже отдельные нарушения этих внутренних факторов (например, уплощение и снижение эластичности межпозвоночных дисков, растяжение связок, дисплазия или контрактура суставов) могут стать причиной серьезных дефектов осанки, можно заключить, что воздействие, в частности с помощью одежды, на позвоночник ребенка необходимо оказывать с большой осторожностью. При вертикальной позе устойчивое положение тела сохраняется не только за счет суставно-связочного аппарата позвоночника,

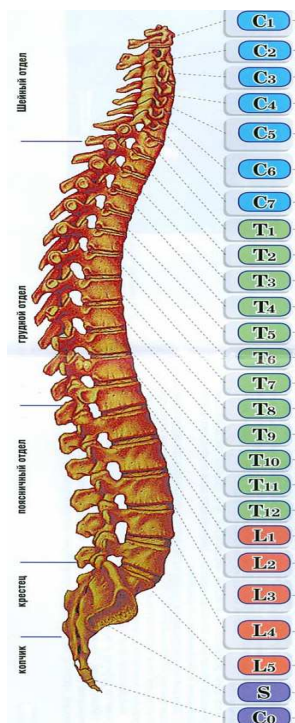


Рис. 1.3. Позвоночник человека [46].

но и главным образом за счет работы мышц. Как отмечал Н.А. Бернштейн, двигательная система человека состоит из пассивной части – скелета, и активной – поперечно-полосатой мускулатуры, которая превращает скелет в систему рычагов [9]. Поэтому при характеристике осанки не менее важно рассматривать тонические и фазно-тонические свойства мышц, фиксирующих позу.

Наибольшую роль в сохранении вертикальной позы играют мышцы, выпрямляющие позвоночник и подвздошно-поясничные мышцы, действующие как сгибатели позвоночника [49]. Работа мышц обеспечивает постановку торса и двигательную активность.

По данным [50], в сохранении вертикального положения тела и поддержании правильной осанки участвуют более 300 мышц одновременно. Поэтому становление и совершенствование осанки во многом зависит от степени развития различных мышечных групп, обеспечивающих фиксацию и регуляцию позы, от пропорциональности их развития, а также от уровня статической выносливости. Общая слабость мышц ребенка, дисгармоничное развитие телосложения нередко являются причинами так называемых функциональных нарушений осанки.

С физиологической точки зрения осанка – это навык, привычка, динамический стереотип, то есть система определенных двигательных рефлексов, обеспечивающих правильное положение тела в пространстве в статике и динамике. В формировании осанки участвуют врожденные механизмы установочных и других рефлексов. Сохранение равновесия и положения тела в пространстве обеспечивается совокупностью тонических рефлексов, рефлексов установки тела [3, 44]. Поскольку важным фактором, характеризующим осанку, является состояние рефлекторных механизмов поддержания позы и общая регуляция ее высшими отделами центральной нервной системы (ЦНС), регуляторную основу осанки составляет осознанно приобретаемый навык фиксации позы, который формируется и совершенствуется в зависимости от систематических, направленных воздействий (например, в процессе физического воспитания). Другими словами, для освоения любого движения, в том числе и правильной осанки, необходимы многократные его повторения в различных условиях.

Младший школьный возраст характеризуется довольно быстрой выработкой условных рефлексов и быстрой их утратой [5]. Из этого следует, что для формирования двигательных навыков, в том числе и правильной осанки, требуется высокая степень повторяемости двигательного действия в течение длительного времени.

Состояние анализаторов (в частности, зрительного и слухового), нарушение которых, по данным исследований [51-54], практически всегда сопровождается дефектами осанки, также рассматривается как фактор, определяющий осанку. Нарушение какого-либо одного из перечисленных выше факторов приводит к нарушению осанки.

Таким образом, наиболее неблагоприятным внутренним фактором, влияющим на осанку ребенка, служит ее нестабильность в младшем школьном возрасте из-за еще несформированных костно-мышечной и рефлекторной систем.

1.1.2. Внешние факторы, влияющие на осанку ребенка

Поскольку именно в возрасте 7-8 лет происходит интенсивное формирование изгибов позвоночного столба, по единодушному мнению специалистов [3, 17, 23, 32], в качестве наиболее негативного внешнего фактора при формировании осанки школьника признается резкое уменьшение двигательной активности ребенка в связи с поступлением в школу, в частности вынужденная сидячая рабочая поза. По литературным данным [55], при учебной работе в положении сидя туловище наклонено вперед, что увеличивает давление на межпозвоночные диски до 100 кг против 70 кг при стоячей позе, что резко обостряет состояние осанки ребенка, формируя рефлекс неправильного держания корпуса, переходящего в статико-динамический стереотип.

Как показал анализ литературы [40, 47, 55, 56], биомеханическая работа двигательного аппарата при положении человека сидя заключается в тонком взаимодействии всех систем организма для поддержания тела в равновесном положении. Поскольку поза сидя относится к неестественным для человека по

сравнению с положением стоя, для ее удержания необходимо напряжение мышц-разгибателей: затылочных, мышц спины, таза, которые у детей, особенно младшего школьного возраста, недостаточно развиты.

Анализируя биомеханический механизм произвольного изменения положения тела человека в рабочей позе сидя, исследователи А.С. Аруин и В.М. Зациорский [55] установили, что при сидении человека на опоре без поддерживающей спинки (что в основном имеет место на уроках) силы реакции опоры, вызванные действием веса расположенных выше таза частей тела, приложены к сидищным буграм. В результате на таз человека действует момент вращения, который при расслабленной мускулатуре приводит к повороту таза, сползанию вперед и опрокидыванию туловища назад.

Для противодействия моменту силы, действующему на таз, и сохранения рабочей позы в работу включается большое число мышц. Как установлено авторами [55], степень мышечной активности при позе, соответствующей нормальной осанке, весьма велика. В связи с тем, что длительное сохранение такой позы (особенно для ребенка, у которого вследствие возрастных особенностей наблюдается относительная слабость мышц-разгибателей по сравнению со сгибателями) утомительно, человек вынужден перемещать туловище вперед, по возможности сближая линии действия результирующей веса верхней части тела и результирующей сил реакции опоры.

Как отмечают А.С. Аруин, В.М. Зациорский [55], это сближение в основном происходит другим, более распространенным и «удобным» путем – наклонном работающего вперед, с расположением центра тяжести верхней части тела примерно над сидищными буграми или спереди от них и с приближением глаза к рабочей поверхности. При этом степень активности многих мышц действительно снижается, они расслабляются, формируя при этом неправильную осанку.

Все виды движений, отмеченные И.М. Сеченовым (1901), – позные, локомоции, семантические и рабочие – присущи учебному процессу [57]. Особенно четко это проявляется в положении сидя в виде рабочих движений (движений рук и корпуса) и рабочей позы. Эти два вида активности неотделимы

друг от друга, но в первом преобладает динамический элемент, во втором – статический. Рабочая поза статична и больше всего способствует быстрому утомлению ученика, нарушению его осанки или усугублению уже имеющихся нарушений.

Сидение – активный процесс, требующий противодействия силы тяжести тела. В нем участвует примерно половина всех мышц, имеющих у человека. Для удержания позы сидя необходимо напряжение мышц-разгибателей: затылочных, мышц спины, таза, которые у детей, особенно младшего школьного возраста, недостаточно развиты. Относительная слабость мышц-разгибателей определяет длительность непрерывных занятий в положении сидя. У первоклассников через 5-7 мин., второклассников через 9-10 мин. мышцы из состояния напряжения переходят в расслабление, что проявляется в изменении позы, двигательном беспокойстве [40,44].

Проведенные автором исследования частоты нарушений осанки у детей младшего школьного возраста показали резкое увеличение неправильной постановки тела в начальный период школьного обучения [91]. Для получения более достоверной картины были проведены исследования наиболее часто встречающихся видов движений и поз учащихся младшей школьной группы в условиях образовательного процесса. Хронометражные исследования осуществлялись в течение четырех учебных дней в натуральных условиях общеобразова-

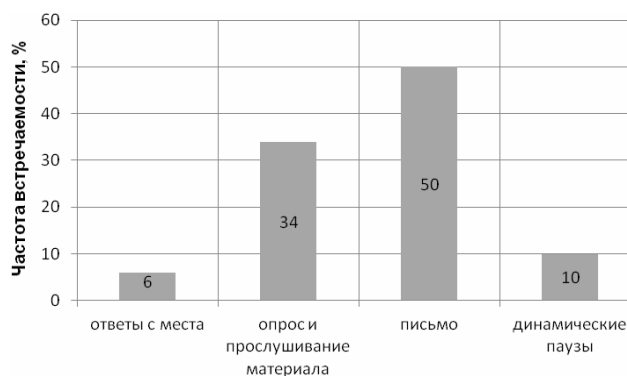


Рис. 1.4. Процентное распределение видов деятельности учащихся во время урока.

тельного учреждения г. Благовещенска. Процентное распределение видов деятельности учащихся во время урока представлено на рис. 1.4.

По результатам исследования установлено, что основную часть школьных

занятий учащиеся проводят в «позе ученика». Выпрямленное положение сидя или отклоненное назад (сидя) встречается при выслушивании объяснений, не сопровождающихся записями, рассмотрении демонстрационного материала, в момент опроса и отдыха и составляет в среднем 10-13 мин.

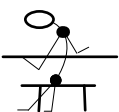
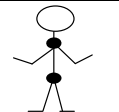
Для чтения и письма типичны позы с различной степенью наклона корпуса вперед, при этом отмечены наибольшие нарушения в положении головы и конечностей. Время, проводимое учащимися в данной позе, составляет 20-25 мин. Ответы учащихся на вопрос учителя с места составляют в среднем 2 мин. Одновременно были изучены и проанализированы наиболее часто встречающиеся виды движений учащихся, представленные в табл. 1.1.

Таблица 1.1

Основные позы, характерные для учащихся младшей школьной группы

1	2	3	4
Тип позы	Схематическое изображение	Описание позы	Характеристика позы
Свободная (сидя)		Туловище опирается на спинку стула, взгляд направлен вперед, периодически изменяя рабочее положение рук и ног. Голено-стопный, коленный, тазобедренный суставы при сидении образуют прямой угол.	Между краем стола и грудной клеткой сидящего ученика необходимо выдерживать расстояние, равное ширине кисти ребенка.
Неудобная поза (слушателя)		Туловище опирается на спинку стула, голова наклонена вперед, положение рук и ног периодически изменяются, точка опоры сидения выдвинута вперед.	Напряжение мышц разгибателей: затылочных, мышц спины, таза
Критическая поза		Поза с одинаковой нагрузкой на обе ягодицы, позвоночник не опирается на спинку стула. Плечи и голова сильно наклонены вперед. Угол наклона позвоночника доходит до 45°.	Чрезмерное напряжение мышц разгибателей и сгибателей: затылочных, мышц спины, таза
Неудобная с подогнутой ногой (сидя)		Поза с большим наклоном туловища, голова опущена вниз, руки опираются на опорную поверхность, одна нога подогнута и находится на поверхности сидения	Напряжение мышц разгибателей: затылочных, мышц спины, таза

Продолжение табл. 1.1

1	2	3	4
Неудобная, сутулая (сидя)		Поза с большим наклоном и поворотом туловища, голова опущена вниз, одна рука находится на опорной поверхности, другая свисает вниз	Напряжение мышц разгибателей: затылочных, мышц спины, таза
Естественная (стоя)		Удержание вертикальной позы в статическом положении, туловище выпрямлено, взгляд направлен вперед, руки свободно свисают по сторонам	Наблюдается большой диапазон колебаний центра тяжести.

Таким образом, проведенный анализ причин нарушений осанки школьников позволил выделить в качестве основных внутренних факторов, влияющих на формирование правильной осанки, силовую выносливость мышц туловища и навык правильного положения тела в пространстве. Наиболее значимым внешним фактором является школьное обучение со строго регламентированным алгоритмом учебного дня, с присутствием в нем длительных вынужденных однообразных рабочих поз (положение сидя).

1.1.3. Способы профилактики нарушений осанки у детей младшего школьного возраста

Главная задача лечения нарушения осанки – возвращение позвоночнику правильного физиологического положения. Анализ специальной литературы [5] показал, что всю систему профилактических мероприятий по формированию правильной осанки определяют: во-первых, развитие мощного мышечного корсета, способного постоянно «защищать» позвоночник, во-вторых, сознательный контроль поз и положений тела, воспитание навыков правильной осанки. Эти условия взаимосвязаны и взаимообусловлены: не имея сильной мускулатуры, трудно длительно удерживать правильную позу, и, наоборот, хорошие мышцы еще не дают гарантии от сутулости [58,59].

Существующая в настоящее время система мероприятий для решения проблемы профилактики нарушений осанки включает занятия физкультурой и

спортом, лечебную гимнастику, физиотерапевтические процедуры, массаж, организацию предметно-пространственной среды и ношение специальной одежды [26, 32, 38, 47].

Систематические и разумные занятия физической культурой и спортом считаются лучшим средством предупреждения нарушений осанки. Школьной программой по физическому воспитанию предусмотрено формирование правильной осанки, но должное внимание уделяется не всегда. Учебная работа по физической культуре рассчитана на два часа в неделю в каждом классе, поэтому формировать осанку и следить за ней только на уроках физической культуры невозможно, для этого нужны дополнительные часы – «часы здоровья», которые зачастую не проводятся [59].

Лечебная гимнастика направлена на укрепление мышц туловища, создание «мышечного корсета», способного удерживать скелет ребенка. Физиотерапевтические процедуры, воздействуя на мышцы, нормализуют их тонус. Массаж в детском возрасте – эффективное средство медицинской реабилитации детей с нарушением осанки. Клинико-физиологической основой использования массажа в лечении и реабилитации являются процессы, обуславливаемые рефлексорными реакциями, регулируемые центральной нервной системой [58].

В действии массажа находят отражение установленные И.М. Сеченовым, И.П. Павловым, Н.Е. Введенским, А.А. Ухтомским, М.Р. Могендовичем общефизиологические закономерности, в соответствии с которыми ответные реакции зависят от характера и силы раздражителя, состояния реактивности организма, фазы патологического процесса. Для лечения используются основные приемы ручного массажа: поглаживание, растирание, разминание, вибрация и их разновидности [60].

Учитывая бессознательный характер регулирования осанки на уровне безусловных рефлексов, называемых физиологами «двигательным стереотипом», вырабатываемого на основе развития мышечно-суставного чувства и позволяющего внутренне запомнить и корректировать нужное взаимоположение

частей тела, в практике школьного обучения специалистами рекомендуется использовать в основном самоконтроль – проверка ребенком собственной осанки возле стены и сохранение ее в дальнейшем, а также внешнюю коррекцию положения его тела родителями и педагогами. Другими словами, для формирования осанки необходимо привить «привычку» поддержания тела в правильном положении, добиться этого даже путем непрерывного контроля со стороны ребенка, родителей и педагогов невероятно трудно.

Одним из важных, помогающих ребенку поддерживать правильную осанку средств, несомненно, нужно считать эргономичную школьную мебель, которая, по замыслу проектировщиков, должна позволить гармонично развиваться опорно-двигательному аппарату, снимать мышечное напряжение, улучшить зрение, предотвратить развитие сколиоза, снизить утомляемость, повысить усидчивость и трудоспособность [5, 62]. Однако, как показывает практический опыт, в реальном учебном процессе, во-первых, не везде в школах есть возможность использовать современную, отвечающую всем перечисленным эргономическим требованиям мебель, во-вторых, даже сидя за «правильными» партами на «правильных» стульях, дети в силу особенностей своего физиологического развития не могут долго находиться в вынужденной рабочей позе.

В связи с низкой эффективностью осуществления перечисленных профилактических мероприятий в условиях школьного урока для лечения и профилактики нарушений осанки медики рекомендуют использовать специальную одежду – эластичные корректоры осанки, которые благодаря особому конструктивному устройству и применяемым материалам вынуждают ребенка держать правильную осанку во время учебных занятий. Цель использования данных медицинских устройств состоит в восстановлении мышечной памяти и соответственно формировании навыка правильной осанки.

1.2. Анализ ассортимента одежды для профилактики нарушений осанки у детей младшего школьного возраста

Появление специальной одежды, способствующей коррекции фигуры, относят к XIII-VI вв. до н.э. В прошлом конструировали специальные корсеты, в которых брюшная полость при помощи шнуровки сильно стягивалась – так, что сидеть или стоять в такой одежде можно было только прямо [63]. В Англии для выработки хорошей осанки в школах применялся специальный покрой одежды (высокие проймы рукавов) – сидеть, ссутулившись, в такой одежде просто невозможно, потому что одежда болезненно врезалась в кожу.

В настоящее время при нарушении осанки в сагиттальной плоскости у детей в качестве специальной одежды широко используются различные фиксаторы, корректоры осанки.

Согласно [64], все медицинские изделия из текстильных материалов подразделяют на категории по видам продолжительности контакта с организмом человека. Е.А. Захватовой [65], Ю.Н. Шаммут [66] достаточно полно разработаны классификации медицинских изделий из текстильных материалов, анализ которых показал, что корректоры осанки входят в блок лечебно-бандажных изделий.

Проведенный анализ современных корректоров осанки для детей и взрослых показал, что их основной функцией является целенаправленная коррекция формы фигуры для достижения определенного лечебного эффекта путем предупреждения смещения тел позвонков и выпадения межпозвоночных дисков в грудном отделе позвоночника. При этом существующее разделение на группы осуществляется в зависимости от степени тяжести нарушения, стадии его развития и области поражения позвоночника. Виды корректоров осанки представлены в табл. 1.2.

Реклинаторы и грудные бандажи изготавливаются на типовые размерности, остальные виды корректоров осанки производятся только по индивидуальному заказу, поскольку применяются для профилактики и лечения нарушений позвоночника и его заболеваний на более сложных стадиях [66].

Таблица 1.2

Основные виды лечебно-профилактических изделий

Группы корректоров	Внешний вид корректора	Назначение группы корректоров
Грудные бандажи		При сутулостях, несимметричности положения лопаток и плеч, нарушениях осанки непосредственно в грудных отделах позвоночника.
Грудные корректоры		При выраженной сутулости, нарушениях осанки по сколиотическому типу в грудном отделе позвоночника, нарушении положения лопаток.
Реклинаторы		Показан на ранних стадиях нарушений грудного отдела позвоночника, при незначительных нарушениях осанки, начинающейся сутулости и слабости мышц плечевого пояса.
Грудопоясничные корректоры		Нарушения осанки по сколиотическому типу у детей и взрослых, кифоз I-II степени, сколиоз I-II степени, остеопороз, травмы в грудном отделе позвоночника и грудопоясничном переходе, выраженный остеохондроз.

Конструктивно все корректоры осанки состоят из деталей спинки, имеющих вставки из различных материалов, и поясов, фиксирующихся спереди на текстильную застежку. Большинство корректоров изготовлено полностью из эластичных материалов. Анализ конструктивного устройства корректоров показал, что в зависимости от области применения (профилактика или лечение)

различают эластичные, полужесткие и жесткие корректоры осанки с ребрами жесткости из различных материалов [67]. Подавляющее большинство существующих корректоров осанки используется в ортопедии в основном для коррекции уже сложившихся, достаточно устойчивых деформаций позвоночника, вплоть до сколиотических. Вместе с тем ассортимент одежды для профилактики нарушений осанки, имеющей исключительную важность для детей, особенно младших возрастов, сравнительно невелик.

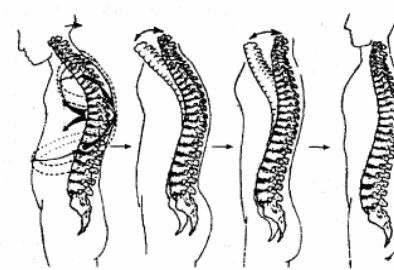


Рис. 1.5. Механизм действия корректора осанки.

В.А. Кашуба [68] рассматривает механизм лечебного и профилактического действия корректоров осанки как рефлекторное воздействие мышц-разгибателей, находящихся в несимметричном тонусе (рис. 1.5).

Эластичный корректор и сокращенная мышца действуют как пружинный маятник. Позвоночный столб совершает легкие колебательные движения с частотой 5-10 движений в минуту. В статическом положении процесс колебательных движений проходит рефлекторно, незаметно для человека. Рефлекторные маятникообразные движения дают передышку перерастянутым гипотрофичным мышцам и заставляют их сокращаться в новом правильном положении. Происходит это не за счет увеличения нагрузки на позвоночный столб, а за счет чередования отдыха и напряжения. Во время рефлекторного маятникообразного хода мышц, находящихся в гипертонусе, в результате очередного растягивания и расслабления происходит постепенное снижение тонуса и вывод позвоночного столба в правильное положение. В этом положении формируется новый навык поддержания осанки и происходит перестройка собственного мышечного корсета. За счет разгрузки тел позвонков (реклонация) правильно распределяются векторы силы, действующие на суставной и

связочный аппараты, в результате этого восстанавливается их нормальное функционирование.

По мнению автора, корректор осанки при ношении побуждает больного самостоятельно удерживать туловище в правильном положении, формируя устойчивый навык. Чередование сокращения и расслабления мышцы улучшает ее кровоснабжение. В мышцу поступает достаточное количество кислорода и питательных веществ, она сохраняет нормальный тонус и эластичность [68]. При надевании корректора расправляются плечи и подтягивается живот, что помогает сохранять оптимальное положение позвоночника, корректировать осанку. При продолжительном ношении корректора мышцы, расположенные вдоль позвоночника, «запоминают» правильную осанку и продолжают сохранять ее.

Вместе с тем отмечается, что, наряду с положительными свойствами эластичных корректоров, обеспечивающих стабилизацию положения позвоночника и его «привыкание» к правильному положению, использование корректоров вызывает ряд негативных последствий. Искусственно распрямляя позвоночник и разворачивая плечи, корректоры осанки не способствуют развитию мышц, которые должны эту осанку поддерживать, а при постоянном их ношении даже могут ослаблять мышцы, поскольку подменяют их функцию. Это позволяет заключить, что одежда для профилактики нарушений осанки не должна возвращать позвоночнику правильное положение принудительными способами.

Конструктивно все корректоры осанки повторяют форму торса человека посредством определенных конструктивных и технологических возможностей формообразования [69]. Анализ способов формообразования существующих корректоров осанки показал необходимость использования для создания объемной формы набора средств формообразования, а именно:

вертикальных швов, конструктивно создающих выпуклость сзади, выделяющих рельеф верхней части фигуры, формируя равновесный лордоз и кифоз позвоночника;

материалов с оптимальными значениями жесткости каркасных элементов (формоустойчивых прокладок), выполняющих функцию перераспределения

статических нагрузок и позволяющих поддерживать необходимую форму изделия.

В целом имеющиеся образцы лечебно-профилактических изделий представляют собой одеваемые поверх бытовой одежды специализированные изделия, отдельные элементы которых, выделяясь на ее поверхности, сигнализируют об имеющихся отклонениях здоровья у человека, что особенно травматично для еще не сформировавшейся в полной мере психики ребенка [70, 71].

По данным потребительского опроса, проведенного автором среди родителей МОБУ СОШ № 11 г. Благовещенка, выявлены основные причины отказа детей носить корректоры во время школьных занятий. Одной из главных причин является физиологический дискомфорт в процессе выполнения основных рабочих движений из-за конструкции корректора (с эластичными или жесткими элементами), плотно охватывающего туловище ребенка.

Анализ медицинских источников [4, 8, 72] показал, что рабочая поза учащегося, – например, наклоненная вперед, необходимая для выполнения письменных работ, – весьма неблагоприятна для школьников, поскольку при этом увеличивается частота сердечных сокращений, уменьшается амплитуда дыхательных движений, увеличивается давление на органы брюшной полости, отрицательно сказываясь на их функционировании. Дополнительное давление на тело ребенка, оказываемое корректорами, может только усугубить негативные последствия. Учитывая, что время эксплуатации существующих изделий для профилактики нарушений осанки в связи с этим ограничено 2 часами, после чего их рекомендуется снимать, использование корректоров для детей необходимо проводить под контролем взрослых. В процессе школьного режима дня это весьма затруднительно, а самостоятельно осуществить снятие и надевание корректоров дети, особенно младшего школьного возраста, не в состоянии. Из этого следует, что принятая в школах организация учебного процесса при доминировании сидячей рабочей позы требует создания конструкции изделия, которая обеспечивала бы эффект коррекции при небольшой жесткости.

Таким образом, изложенное позволяет заключить, что ассортимент детской одежды для профилактики нарушений осанки крайне ограничен, а имеющиеся образцы не учитывают возрастные особенности детей и специфику процесса школьного обучения.

Принимая во внимание различие процессов лечения и профилактики, то есть комплекса различного рода мероприятий, направленных на предупреждение заболеваний опорно-двигательного аппарата, корректоры осанки в классе лечебно-бандажных изделий (специального назначения) предложено разделять в зависимости от их функционального назначения на изделия для лечения заболеваний и для их профилактики.

Поскольку, как указывалось ранее (п. 1.1.1), в соответствии с возрастными особенностями младших школьников одежду для профилактики нарушений осанки нецелесообразно проектировать по принципу жесткой фиксации позы, предлагается выделить самостоятельную группу «Корректирующая осанку верхняя одежда». Предлагаемая усовершенствованная структура ассортимента лечебно-бандажных изделий представлена на рис. 1.6.

Поскольку профилактику нарушений осанки, как было отмечено ранее, необходимо проводить именно в школе, можно заключить, что проектирование профилактической одежды целесообразно осуществлять в направлении комбинации специализированных изделий с обычной школьной одеждой, исключая плотную фиксацию тела ребенка.

В области проектирования одежды по принципу совмещения бытовой и лечебно-профилактической функций научные исследования проведены А.А. Бикбулатовой [73], однако они направлены на создание бытовой одежды для детей дошкольного возраста, без учета специфики школьных занятий. Кроме того, предложенные автором оригинальные конструктивные решения действуют по принципу эластичного корректора осанки.

Поскольку школьная одежда для профилактики нарушений осанки представляет собой специализированную одежду, очевидно, при ее проектировании необходимо учитывать целый ряд требований, обеспечивающих выполнение специфических функций.

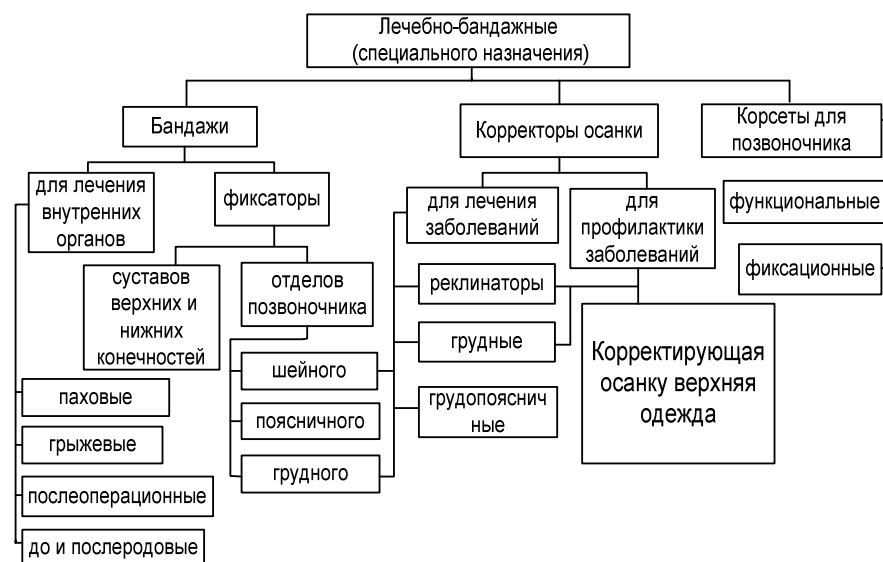


Рис. 1.6. Усовершенствованная структура ассортимента лечебно-бандажных изделий.

1.3. Разработка требований к школьной одежде для профилактики нарушений осанки

Современная одежда выполняет множество различных функций и остается одним из важных средств адаптации человека к условиям окружающей среды. Специально разработанная одежда может играть профилактическую роль, предохраняя от негативного внешнего воздействия.

Современная форменная одежда для учащихся – это сложный объект разработки, взаимосвязанный с проблемами развития социальной сферы и социальной политики довузовского и вузовского образования, с проблемами эстетического, патриотического и нравственного воспитания, с созданием условий для всестороннего развития каждого ребенка с учетом его склонностей и интересов [5]. Создание школьной одежды, особенно для учеников младшего школьного возраста, требует комплексного подхода, учитывающего специфику эксплуатации такого вида одежды.

Главное назначение школьной одежды – способствовать обеспечению нормального функционирования учебно-воспитательного процесса в течение всего учебного периода.

Школьная форменная одежда согласно классификации [74] относится к группе детской одежды, при проектировании которой должны учитываться возрастные особенности растущего организма ребенка. Вместе с тем такая одежда призвана выполнять функции форменной одежды. В то же время профилактическая одежда выполняет функцию оздоровления и предотвращения заболеваний опорно-двигательного аппарата. Таким образом, школьная форменная одежда, формирующая правильную осанку, должна обеспечивать одновременное выполнение нескольких функций – детской, форменной и лечебно-профилактической одежды.

Проведенный анализ условий эксплуатации одежды учащихся младших классов, а также функций бытовой [83], школьной [75] и лечебно-профилактической одежды [76-79] позволил выделить основные функции школьной одежды для профилактики нарушений осанки:

утилитарную (потребительскую), позволяющую реализовать удобство, практичность и надежность в использовании, обеспечивая комфортность при изменении температурных режимов; кроме того, для школьной одежды важной составляющей утилитарной функции является обеспечение функционирования структурных компонентов учебно-воспитательного процесса;

социально-эстетическую, направленную на чувственно-эмоциональное удовлетворение одеждой, ее гармонию с окружающей средой и личностью ребенка;

лечебно-профилактическую, позволяющую обеспечить перераспределение статической нагрузки, возникающей во время учебных занятий, и произвольное удержание позвоночника и лопаток ребенка в правильном физиологическом положении.

Выделенные функции позволили разработать систему требований для школьной одежды с профилактическим эффектом.

На первое место по значимости среди потребительских требований к детской одежде большинство исследователей выдвигает группу эргономических требований [80-82, 84]. Школьная одежда должна соответствовать размерам ребенка, защищать его от неблагоприятных воздействий внешней среды, обеспечить оптимальный микроклимат пододежного пространства, удобство пользования, создавать условия психологического комфорта.

Как отмечают В.М. Мунипов, В.П. Зинченко [85], «нельзя создать систему «человек – изделие», абстрагируясь от ее социокультурной сущности». Основное отличие школьной формы от бытовой одежды заключается в том, что в школьной одежде ребенок должен находиться в коллективе. Поэтому целью социальных требований является способность адаптации ребенка к процессу обучения в короткие сроки, формированию чувства корпоративной сплоченности. Форменная одежда должна организовывать, повышать дисциплину, способствовать уменьшению социальных различий, развивать у детей опрятность.

Не менее важны для детей младшей школьной группы и эстетические требования. Давно известно об огромном значении психофизиологического воздействия цвета на психику человека, в частности ребенка. Форменная одежда для младшего школьника должна радовать и привлекать взгляд, создавая гармоничный облик и формируя тем самым потребность в использовании школьной одежды средствами художественного проектирования. В то же время цветовое решение такой одежды не должно утомлять ребенка и мешать учебному процессу [86-89].

Установлено, что отрицательные эмоции «съеживают» фигуру человека, а положительные – ее «развертывают» [71]. В связи с этим эстетически привлекательный внешний вид ребенка играет немаловажную роль в его психоэмоциональном состоянии во время школьного обучения, способствуя адаптации в коллективе.

Согласно исследованиям, проведенным автором [90], оптимальной по мнению как детей младших классов, так и их родителей является школьная одежда делового стиля из тканей спокойных оттенков синего и зеленого цветов, не отвлекающих на себя внимание окружающих.

По результатам маркетинговых исследований в школах г. Благовещенска отмечено беспокойство родителей по поводу состояния здоровья своих детей и желание использовать одежду с профилактическим эффектом. Большинство родителей видит такую школьную одежду в виде комплекта форменной одежды, обязательной составной частью которого должен являться жилет (для мальчика – «жилет + рубашка + брюки», для девочки – «жилет + блузка + юбка»). Именно такой вид одежды позволяет поддерживать правильный тепловой баланс организма ребенка при нестабильных условиях внешней среды, обеспечивая достаточную пододежную вентиляцию и сохраняя при этом необходимый уровень тепла. Жилет дает возможность с максимальной свободой совершать движения руками в положении сидя.

Лечебно-профилактические требования данного вида одежды обеспечиваются специфическими корсетно-коррекционными требованиями, цель которых – гарантировать поддержание правильной осанки ребенка во время учебных занятий, создать условия соответствия формы изделия правильным физиологическим изгибам позвоночника.

Для большинства опрошенных родителей не менее важны экономические требования. По их мнению, школьная форменная одежда, являясь обязательной для учеников одного учебного учреждения, должна быть рассчитана на семьи с разным уровнем достатка, поэтому немаловажным фактором для родителей является сочетание высокого качества комплекта одежды при умеренной его стоимости [91].

Результаты проведенных исследований позволили разработать основные требования к школьной одежде, представленные на рис. 1.7.

Структура наиболее значимых и специфичных свойств для детской профилактической школьной одежды, обеспечивающих требуемый уровень показателей качества на этапах проектно-конструкторских работ, – эстетических, эргономических и профилактических, – представлена в табл. 1.3, где, кроме обобщенных и единичных показателей, приведены этапы проектирования, обеспечивающие эти показатели: техническое задание (ТЗ), техническое предложение (ПТ), эскизный проект (ЭП), технический проект (ТП), рабочая документация (РД).

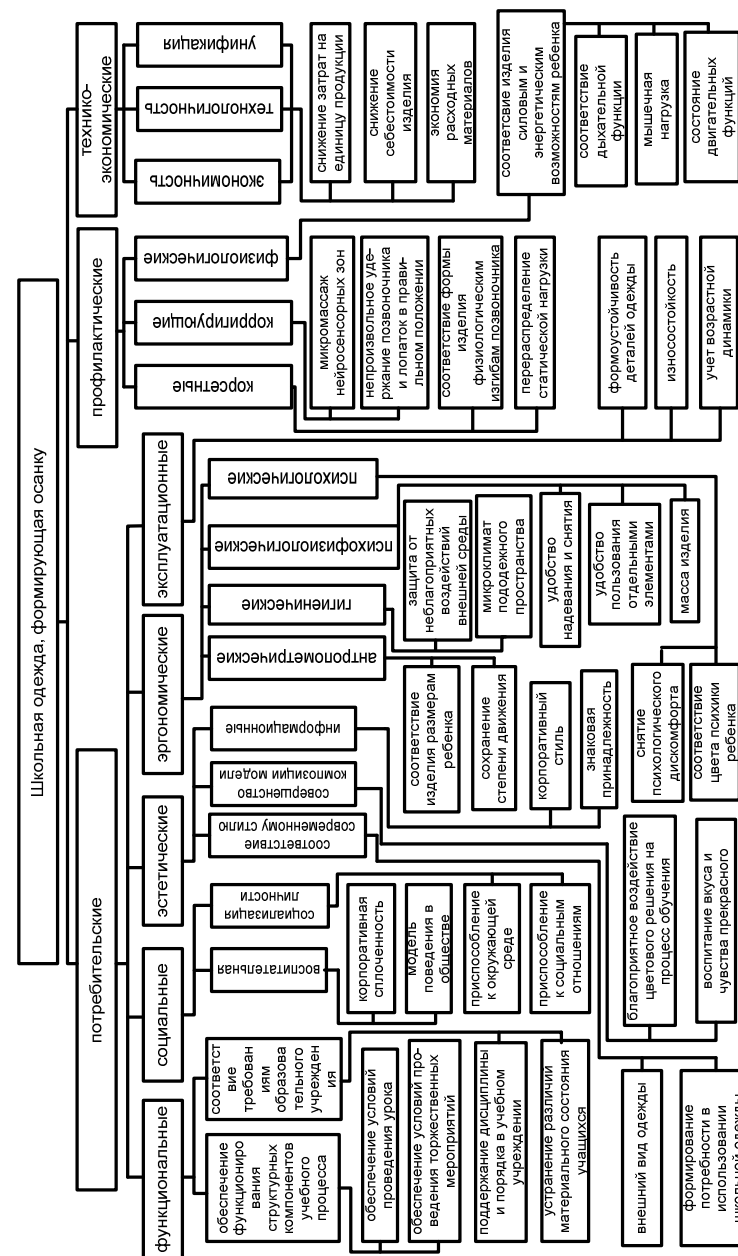


Рис. 1.7. Структурная схема требований к школьной одежде, формирующей осанку.

Структура показателей свойств профилактической одежды для детей младшего школьного возраста, обеспечивающих требуемый уровень качества на этапах проектно-конструкторских работ

		Показатели свойств уровня				Этапы проектирования
1-го	2-го	3-го	4-го	5	6	
Профилактические	1	2	3	4	5	6
	Профилактические	Корсетные	Соответствие формы изделия физиологическим изгибам позвоночника.	Величина отвода средней линии спинки, суммарная величина растворов вытачек по линии талии и ее распределение. Площадь опорной поверхности изделия, координаты расположения специальных конструктивных элементов.	Анализ и выбор конструктивного решения; выбор параметров конструктивного решения.	ПП ТП
			Способность к перераспределению статической нагрузки.			
			Корректирующие			
Профилактические	Физиологические	Соответствие изделия силовым и энергетическим возможностям ребенка.	Соответствие изделия силовым и энергетическим возможностям ребенка.	Кислотная мышечная сила, объем внешнего дыхания, время двигательных реакций.	Анализ конструктивно-технологического и композиционного решения.	ПП ЭП
Эргономические	Антропометрические	Соответствие измерения изделия размерам тела ребенка в статике (положении сидя) и динамике.	Размах движений рук, угол наклона позвоночного столба в положении сидя.	Анализ условий эксплуатации; анализ материалов; формирование требований к материалам; выбор материалов.	ТЗ ЭП	
		Гигиенические	Защита от внутренней влаги.	Гигроскопичность.	Анализ условий эксплуатации; анализ материалов; формирование требований к материалам; выбор материалов.	ТЗ ЭП
			Рациональность структуры ласта материала.	Плотность и толщина материалов.		
			Вентилируемость.	Воздухопроницаемость.		
Гигиеническая безопасность изделия.	Классифицирующий показатель					

Продолжение табл. 1.3

		Показатели свойств уровня				Этапы проектирования
1	2	3	4	5	6	
Эргономические	Психологические	Удобство надевания одежды.	-снятия	Время надевания -снятия изделия, субъективные ощущения ребенка	Оценка образцов одежды.	РП
		Удобство пользования отдельными ее элементами.	Масса изделия.	Субъективные ощущения ребенка	Оценка образцов одежды.	РД
		Отсутствие психологического дискомфорта.	Соответствие цвета изделия психике ребенка.	Субъективные ощущения ребенка	Выбор материалов. Оценка образцов одежды.	ТЗ РП
		Соответствие объему ранцевой формы стило.	Соответствие психике ребенка.	Субъективное шкалирование	Оценка образцов одежды.	РД
Эстетические	Соответствие современному стилю в одежде для детей	Соответствие объему ранцевой формы стило.	-пространственной формы стило.	Силуэт. Конструктивное членение (покрой). Цветовое решение. Фактура материалов. Форма мелких и отделочных деталей. Субъективные ощущения.	Анализ композиционного решения.	ПП ЭП
		Способность формирования мотивации к обучению.	Способность к воспитанию вкуса и чувства прекрасного.	Тестирование.	Выбор конструктивно-технического решения; выбор композиционного решения.	ПП ЭП
		Степень совершенства композиции	Степень соответствия корпоративному стилю.	Тестирование	Выбор композиционного решения.	ЭП
		Информационные	Знаковая принадлежность.	Наличие графических элементов.	Выбор композиционного решения.	ЭП

Таким образом, школьная одежда, формирующая осанку, является сложным многофункциональным объектом, призванным одновременно отвечать целому ряду специальных требований, позволяющих отнести данный вид одежды к специализированной.

Проектирование одежды с учетом этих особых требований имеет свою специфику, проявляющуюся в особых подходах, значительно отличающихся от подходов к проектированию традиционной бытовой одежды.

1.4. Анализ подходов к проектированию специализированной одежды

Анализ литературы в области проектирования специализированной одежды для различных видов профессиональной деятельности [79, 80, 92], спортивной [42], лечебно-профилактической [76, 77, 103] позволил выявить общие методологические принципы на основе системного подхода, сущность которого заключается в представлении такой одежды как единого комплекса или средства взаимосвязи между человеком и окружающей средой, то есть в системе «человек – одежда – окружающая среда». Это связано с тем, что, являясь естественно-искусственным образованием, система «человек – изделие» не может быть полностью создана в процессе их производства, а включает в свой состав фрагменты «живой деятельности» (отдельных людей, групп и т.д.), на базе которых и складывается функционирование системы [85]. Это связано с тем, что, являясь естественно-искусственными образованиями, системы «человек – изделие» не могут быть полностью созданы в процессе их производства, они включают в свой состав фрагменты «живой деятельности» (отдельных людей, групп и т.д.), на базе которых и складывается функционирование системы [85].

Как известно, комплексным изучением группы людей (человека) и их деятельности с техническими средствами и предметом деятельности в среде, в которой она осуществляется, занимается эргономика (рис. 1.8) [85, 93].

Множественность и сложный характер изменений во взаимодействии людей с техникой и средой обусловили выделение в методологии проектирования качественно нового типа проектирования – эргономического, основные задачи которого перемещаются из области разработки конкретных объектов и изделий

в сферу анализа и прогнозирования деятельности людей с создаваемыми техническими средствами и системами в предполагаемой среде, а также воздействия последних на психофизиологическое состояние и здоровье [85].

Особенно актуальным эргономическое проектирование для данного вида одежды можно считать в связи с формулировкой общей цели эргономики как единства трех аспектов исследования и проектирования – удобства и комфортных условий эффективной деятельности человека, сохранение здоровья и развитие личности [85], что особенно важно для формирующегося именно в этот возрастной период детского организма.

Значительный вклад в формирование методологии эргономического проектирования одежды различного назначения внесли работы, выполненные в МГУДТ под руководством проф. Е.Б. Кобляковой, в ЦНИИШП – под руководством проф. П.П. Кокеткина и З.С. Чубаровой, в СПГУТД – под руководством проф. В.Е. Романова и проф. Е.Я. Сурженко.

Обширный положительный опыт проектирования одежды специального назначения для различных видов трудовой и спортивной деятельности, а также детской и взрослой лечебно-профилактической одежды в соответствии с принципами эргономического проектирования доказывает целесообразность их использования и при проектировании школьной форменной одежды, нормализующей осанку ребенка.

Обобщая результаты анализа используемых при решении задачи создания специализированной одежды подходов, можно заключить, что с позиций эргономики особое внимание проектировщики уделяют изучению самого человека и его деятельности.



Рис. 1.8. Схема эргономического проектирования [85].

Как показал анализ предъявляемых к одежде для профилактики нарушений осанки требований (п. 1.3), она должна, наряду с обеспечением удобства в статике и динамике, оказывать еще и оздоравливающий эффект на опорно-двигательный аппарат.

В области биотехники, кибернетической и космической медицины накоплен достаточно успешный опыт проектирования специализированной оздоравливающей одежды для лечения заболеваний, связанных с нарушением или утратой двигательных функций (детского церебрального паралича (ДЦП), спинальной и церебральной травм, последствий инсульта и других заболеваний нервной системы с двигательными нарушениями, утраченных двигательных функций человека в условиях невесомости). Отличительной чертой такой одежды является основанное на концепции «искусственной управляющей среды» И.П. Ратова [94] использование в качестве внешних стимулов специфических медицинских технологий и ряда технических средств, способных повлиять на функциональную пластичность двигательного аппарата [94,95]. Согласно этой концепции, биомеханизмы функциональных проявлений (то есть любые функции организма, нашедшие свое выражение в мышечном сокращении) в условиях заболевания могут быть запущены путем искусственного варьирования условий внешней и внутренней среды организма.

В качестве таких средств искусственного варьирования при лечении ДЦП у детей применяют костюм коррекции движений «Спираль» [95], представляющий собой систему эластичных упругих тяг, которые спиралевидно накладываются на туловище и конечности и прикрепляются к специальным опорным элементам – жилету, шортам, наколенникам, налокотникам, полуперчаткам и сапожкам.

Эффект лечения, заключающийся в возможности построения правильных двигательных стереотипов за счет устранения патологических и примитивных двигательных моделей, основан на целенаправленном воздействии на существующие на теле человека нервные центры – мышечные спирали, роль которых

в организме заключается в поддержании осевого скелета, динамичном фиксировании положения головы, сохранении физиологических изгибов позвоночника, участии в дыхательных движениях грудной клетки, а также обеспечении стабильности положения тела и движения конечностей. Внешний вид представлен на рис. 1.9, а схема нервных центров человека – на рис. 1.10.



Рис. 1.9. Внешний вид костюма «Спираль»

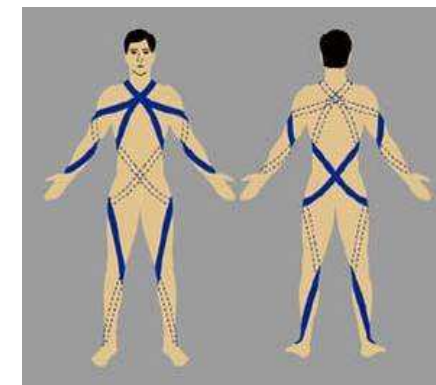


Рис. 1.10. Местоположение мышечных спиралей на теле человека.

У детей с ДЦП нервная схема движения нарушена внутриутробно. У ребенка, который никогда не ходил, мозг не знает, как это делается. Используемая для лечения специализированная одежда заставляет принудительно шагать, восстанавливая нарушенные функции двигательного центра мозга.

Известен ортопедический жилет-тренажер «Добрыня» [96]. Особенность этого жилета в том, что при малой массе он обладает возможностью создавать равномерную и правильную нагрузку на позвоночник и воссоздает изначальную «мышечную память». Это возвращает позвонкам правильное положение во время ношения и после снятия жилета.

Принцип работы жилета-тренажера «Добрыня» – ортопедического корсета и корректора осанки нового поколения – основан на возрастных особенностях гибкости и подвижности позвоночника (п. 1.1.1).



Рис. 1.11. Жилет-тренажер «Добрыня»:

- 1) съемные эластичные плечевые лямки;
- 2) регуляторы-стопоры натяжения лямок;
- 3) спинка (хлопок, шелк);
- 4) отстегиваемый эластичный пояс;
- 5) петли для продевания ремня;
- 6) фиксаторы («липучки»);
- 7) рамка металлическая для крепления лямок.

За положение и движение каждого отдельного позвонка отвечает определенная мышца, которая является проводником нервных импульсов и питания для всех тканей позвоночника, нарушение работы которых приводит к сбою в целой системе. Следовательно, достаточно просто наладить работу мышц и можно избавиться от ряда заболеваний или предотвратить их [96]. Внешний вид жилета-тренажера «Добрыня» представлен на рис. 1.11.

Для формирования навыков самостоятельного стояния и обучения ходьбе при наличии серьезных дефектов функциональных или органических контрактур в суставах конечностей на практике используют нейро-ортопедический рефлекторно-нагружающий пневмокостюм нового поколения «Атлант».

Костюм выполнен в виде комбинезона из плотной специальной ткани, в котором устроены эластичные камеры с нагнетаемым воздухом, расположенные по ходу мышц-антагонистов туловища и конечностей.

Под воздействием регулируемого давления камеры, расширяясь, они обеспечивают корсетирование туловища и конечностей.

Активизируется проприоцептивное раздражение, которое вызывает мощный поток импульсов в двигательную зону коры головного мозга, усиливается реакция α - γ -мото-нейронной системы, что обеспечивает нейрофизиологические условия для удержания позы, с последующей перестройкой и нормализацией систем двигательного контроля. У детей появляются способности к передвижению, вырабатывается навык правильного положения тела, улучшаются дифференцированные движения, улучшается речь. Внешний вид пневмокостюма «Атлант» представлен на рис. 1.12.



Рис. 1.12. Внешний вид пневмокостюма «Атлант».

Аналогичным образом работает костюм «Адели», который был разработан еще в 1971 г. для реабилитации космонавтов после длительного нахождения в условиях невесомости [97]. Он имитирует гравитационную нагрузку и восстанавливает двигательную и мышечную активность космонавтов во время и после полета.

С их помощью человеку придается физиологически правильное положение тела, конечностей. За счет нагрузки, создаваемой тягами, раздражаются рецепторы в костях, мышцах, коже. По чувствительным нервным волокнам идет объемный сигнал в нервную схему движения.

Спортивно-ортопедический пневмотренажер «Аэрокомбинезон» является одновременно мягким ортопедическим аппаратом и нагрузочным тренажером, влияющим на многократное усиление и коррекцию проприоцептивной импульсации в кору головного мозга, нормализующим функции поврежденных структур мозга, контролирующим моторику [98]. Выполняя функции эластичного фиксирующего каркаса, тренажер способствует устранению сколиотической установки позвоночника, гиперлордоза и кифоза, позволяет дать дозированную

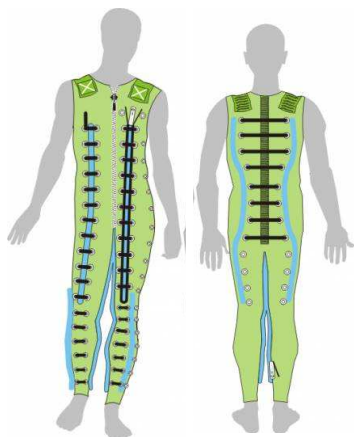


Рис. 1.12. Внешний вид пневмотренажера «Аэрокомбинезон».

нагрузку на необходимые мышцы, усиливая влияние лечебных гимнастических упражнений, возможность правильно стоять и ходить, делать физические упражнения (нормализация статики и кинетики). Внешний вид пневмотренажера «Аэрокомбинезон» представлен на рис. 1.13.

Другой вид нейро-ортопедических костюмов «Ева» [99] предназначен для детей, имеющих заболевания нервной системы. Состоит из многослойного ячеистого материала и пневмокамер и позволяет производить механическое обжатие всех мышц туловища и конечностей.

Ячеистый материал оказывает действие по типу микроигльчатой игло-рефлексотерапии, а пневматическая компрессия создает нейрофизиологические условия для удержания позы и осанки, развития равновесия, усиления кровообращения; за счет нагнетения воздуха в камеры, расположенные по ходу мышца-антагонистов туловища и конечностей, происходит воздействие на процессы сокращения – расслабления в мышце, что поддерживает состояние скелетной мышцы и тем самым облегчает двигательную активность пациента.

На принципе внешнего воздействия иглами на весь кожный покров человека или отдельные его части для регулирования уровня нервно-психической активности и работоспособности человека основано и устройство под названием «импликатор Кузнецова» [100]. Воздействующие элементы, снабженные иглами с возможностью их возвратно-поступательного движения и размещенные на эластичном основании, оказывают массажный эффект на кожу (рис. 1.14).

Для наиболее оптимального воздействия предложено выполнение основания в виде одного или нескольких элементов одежды, – например, в виде полного комбинезона, в частности с капюшоном.

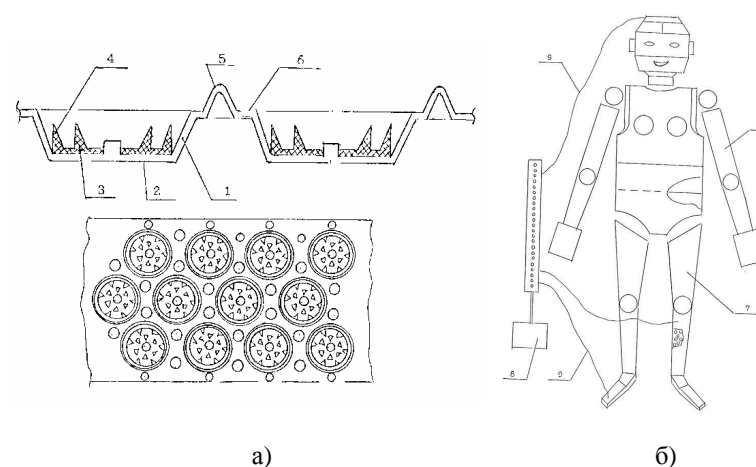


Рис. 1.14. Импликаторный комбинезон Кузнецова: а) устройство; б) комбинезон.

Последние научные разработки японских специалистов в области проектирования одежды направлены на достижение оздоравливающего эффекта путем управляющего воздействия на определенные участки тела человека.

Продукция фирмы Phiten, получившая название «текстикаменты», включает в свой состав специальным образом обработанную смесь воды и наночастиц титана – акватитан. Благодаря акватитану материал приобретает новые свойства и помогает сбалансировать биоэлектрические потоки в организме, снимать боль, напряжение и усталость. Эти материалы оказывают противовоспалительное, антиинфекционное или анальгетическое воздействие. Волокна акватитана способствуют расслаблению мускулов и уменьшению судорог у спортсменов при больших тренировочных нагрузках и во время соревнований, стимулируют кровообращение [101].

В швейной промышленности работы по созданию оздоравливающей одежды немногочисленны. Е.А. Захватовой [102] разработана методика проектирования лечебно-профилактической одежды для улучшения общего самочувствия, основанная на принципе внешнего воздействия на кожу раздражителя – точечные массажные элементы, вмонтированные в одежду.

В направлении создания одежды, имеющей оздоровительный эффект, проведены научные исследования Р.А. Мельниковой [103], позволившие на основе принципа динамической проприокоррекции создать «одежду-тренажер» для детей, страдающих ДЦП. За счет воздействия специальных иммобилизационных элементов такая одежда способна восполнять дефицит движений и оказывать реабилитационный эффект на костную и мышечную системы в позвоночнике, осанку, верхние и нижние конечности.

Анализ научных исследований в области проектирования специализированной оздоравливающей одежды показал, что лечебный эффект достигается при использовании в ее конструктивном устройстве элементов, оказывающих целенаправленное воздействие на организм и способных управлять его состоянием, а одежду можно рассматривать как биотехническую систему, представляющую собой совокупность биологических и технических элементов, связанных между собой в едином контуре управления.

1.5. Исследование возможностей использования принципов теории управления к проектированию оздоравливающей детской одежды

В соответствии с взглядами крупнейших ученых-физиологов – И.М. Сеченова (1901), И.П. Павлова (1903), Н.А. Бернштейна (1947) – живой организм в целом и его отдельные элементы можно рассматривать как системы, в которых происходят восприятие, накопление, переработка и передача информации, вырабатываются соответствующие реакции – управляющие воздействия, обеспечивающие нормальное течение всех жизненно важных процессов [58, 104, 105]. Посредством целенаправленного управляющего воздействия производится перевод управляемой системы из одного состояния в другое, то есть осуществляется процесс управления.

Изучением точных методов процесса управления и строения управляющих систем самой различной природы, включая живой организм, занимается кибернетика [106]. Кибернетика фокусирует внимание на том, как что-либо (цифровое, механическое или биологическое) обрабатывает информацию, реа-

гирует на нее и изменяется или может быть изменено, для того чтобы лучше выполнять задачи управления и коммуникации в живых организмах, машинах и организациях, включая самоорганизации [107]. Кибернетические методы применяются при исследовании случаев, когда действие системы в окружающей среде вызывает в ней некоторое изменение, а это изменение проявляется на системе через обратную связь, что вызывает изменения в способе поведения системы (рис. 1.15) [108]. В исследовании этих «петель обратной связи» и заключаются методы кибернетики.

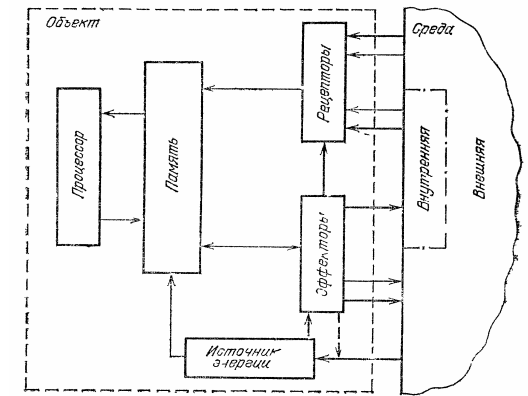


Рис. 1.15. Схема действия системы в окружающей среде [108].

К основным методологическим принципам кибернетики относится применение системного подхода и функционального анализа при описании и исследовании сложных систем.

Системный подход, исходя из представлений об определенной целостности системы, выражается в комплексном ее изучении с позиций системного анализа, то есть анализа проблем и объектов как совокупности взаимосвязанных элементов.

Функциональный анализ имеет целью выявление и изучение функциональных последствий тех или иных явлений или событий для исследуемого объекта. Соответственно функциональный подход предполагает учет результатов функционального анализа при исследовании и синтезе систем управления.

Благодаря работам П.К. Анохина [108], И.И. Шмальгаузена [109], Н. Винера [110], Р.Ф. Абдеева [111] сложилась модель управления для любых сложных систем, состоящая из объекта управления (ОУ), управляющей подсистемы (УП), связанных контурами прямых и обратных связей (рис. 1.16).



Рис. 1.16. Общая схема системы управления [110].

В состав любой системы управления входит чувствительный элемент, или вводное устройство, с помощью которого она воспринимает сведения, или информацию о состоянии объекта управления. Управляющая система должна содержать устройство, преобразующее информацию, полученную от объекта управления с помощью чувствительного элемента. Наконец, управляющая система должна иметь возможность воздействовать на объект управления с помощью того или иного исполнительного механизма (выводного устройства) [106].

С точки зрения кибернетики, живой организм – это уникальная кибернетическая машина, способная к самоуправлению, функцию которого в организме выполняет нервная система. Схема нервной системы человека представлена на рис. 1.17.

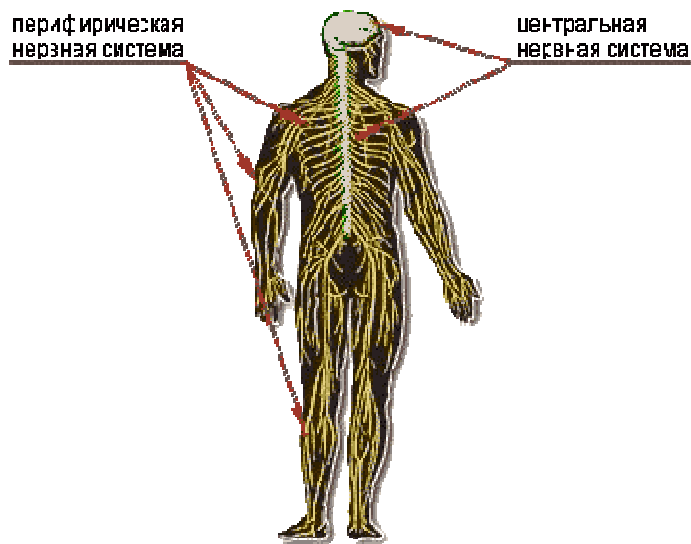


Рис. 1.17. Нервная система человека

В соответствии с кибернетическими представлениями нервная система человека обладает чувствительными элементами (окончания нервов в органах чувств), исполнительным механизмом (окончания нервов, управляющих мышцами) и преобразователем информации (собственно нервная система).

Механизм самоуправления организма с помощью нервной системы включает в себя три звена:

1-е звено – поступление информации, которое происходит по определенному вводному каналу информации и совершается следующим образом:

а) возникающее из источника информации сообщение поступает на приемный конец канала информации – рецептор. Рецептор – это кодирующее устройство, которое воспринимает сообщение и перерабатывает его в сигнал – афферентный сигнал, в результате чего внешнее раздражение превращается в нервный импульс;

б) афферентный сигнал передается далее по каналу информации, каковым является афферентный нерв.

2-е звено – переработка информации совершается декодирующим устройством, которое составляют клеточные тела афферентных нейронов нервных узлов и нервные клетки серого вещества спинного мозга, коры и подкорки головного мозга, образующие нервную сеть серого вещества ЦНС.

3-е звено – управление достигается передачей эфферентных сигналов из серого вещества спинного и головного мозга на исполнительный орган и осуществляется по эфферентным каналам, то есть нервам с эффектором на конце.

В нервной системе различают обратную связь рабочего органа с нервными центрами. Когда центры нервной системы посылают эфферентные импульсы в исполнительный орган, то в последнем возникает определенный рабочий эффект (движение, секреция). Этот эффект побуждает в исполнительном органе нервные (чувствительные) импульсы, которые по афферентным путям поступают обратно в спинной и головной мозг и сигнализируют о выполнении рабочим органом в данный момент определенного действия.

Таким образом, с помощью центральной нервной системы осуществляется основная форма взаимодействия организма со средой – рефлекс – ответное действие организма на раздражение. Рефлекторные действия организма могут возникать под влиянием внешних или внутренних раздражителей.

Согласно последним исследованиям физиологов [104], установлено, что структура сложного рефлекса имеет четыре части: чувствующую, центральную, двигательную и обратную связь и представляет собой рефлекторное кольцо (рис. 1.18). Эта последняя часть контролирует и корректирует (уточняет, поправляет) протекание третьей части – двигательной. Как только нервный сигнал по двигательному – центробежному – нерву доходит до рабочего органа (к мышце или железе), последний в свою очередь посылает обратный сигнал в центр – мозг.

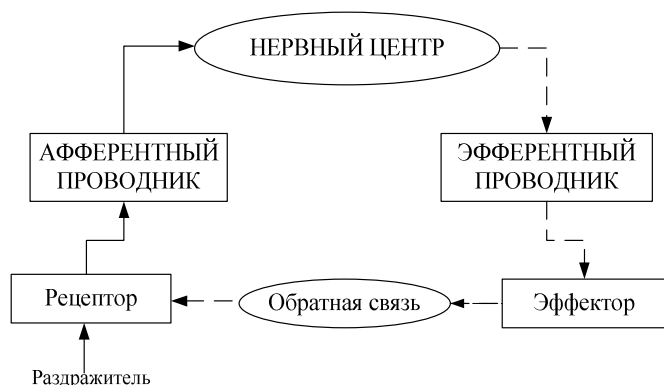


Рис. 1.18. Схема рефлекторной дуги и рефлекторного кольца [104].

Поступивший обратный сигнал информирует мозг о характере тех изменений, которые в данный момент произошли в организме, то есть сообщает, в какой мере – правильно или неправильно – рабочий орган выполнил полученную из центра команду. Как только мозг обнаруживает отклонение от заданной программы, если ответное действие выполнено неудачно, он тут же посылает сигнал о соответствующей корректировке действия и направляет деятельность организма по ранее намеченному пути.

Благодаря наличию обратной связи обеспечивается саморегуляция, самоуправление организма в процессе правильного приспособления к окружающей среде.

С точки зрения современной кибернетики, в медицине любая болезнь рассматривается как нарушение процессов приема, передачи и обработки информации или результат выработки неправильного управляющего воздействия.

В результате анализа причин нарушения осанки установлено, что основными здесь являются причины, связанные с нарушением деятельности нервной системы, проявляющиеся в неправильном сокращении и расслаблении определенных групп мышц, выработке неблагоприятного динамического стереотипа. Как указывалось ранее, динамическим стереотипом И.П. Павлов назвал систему условных нервных связей, в основе которой лежит устойчивое распределение очагов возбуждения и торможения в коре головного мозга и которая порождает относительную устойчивость поведения в данных условиях [105]. Динамический стереотип – результат приспособления организма к повторяющимся, однообразным воздействиям внешней среды.

Различные условные рефлексы постоянно взаимодействуют друг с другом. Если раздражители повторяются в определенном порядке, то между ними формируется взаимосвязь, характеризующаяся стереотипной последовательностью возникновения ответных реакций. При этом рефлексы соответствуют не столько данному раздражителю, сколько месту раздражителя в последовательной цепи. Как только однообразие внешней среды меняется, естественно, должен измениться и старый стереотип, хотя это и происходит с известным трудом.

Различные привычки в поведении ребенка и взрослого с физиологической точки зрения являются динамическими стереотипами. Они обеспечивают устойчивость поведения человека в повторяющихся условиях. Переделка динамических стереотипов, лежащих в основе отрицательных привычек поведения, требует большого труда и настойчивости воспитателей. Как уже было отмечено, в условиях школьного урока учителю, ввиду интенсивности учебной нагрузки, не удастся привить ребенку правильный двигательный стереотип.

Признание кибернетических взглядов Н.А. Бернштейна на управление движениями [104, 110] привело к заключению о том, что добиться необходимого двигательного действия от человека и, следовательно, от всей системы можно, управляя ею, многократно воздействуя на нее и корректируя ее реакцию на эти воздействия [110].

При таком целенаправленном воздействии на объект, выбранном из множества возможных воздействий на основании информации о состоянии внешней среды, объекта и программы управления [112] посредством обратной связи с помощью определенной управляющей системы, в качестве которой может выступать человек, естественный или искусственный орган (устройство) и др., можно придать системе желаемые свойства.

В области спорта этот подход довольно давно и с успехом используется для регулирования тренировочных нагрузок с помощью создающих управляющее воздействие на спортсмена средств, работающих на основе принципа прямой и обратной связи [43, 94, 98, 112, 113].

Поскольку, как было отмечено в п. 1.1.1, приобретаемый навык фиксации позы формируется и совершенствуется в зависимости от систематических направленных воздействий на организм ребенка, его можно рассматривать как управляемую систему. Тогда путем необходимой коррекции с помощью некоторых стимулирующих воздействий (средств управления) на определенные зоны тела ребенка можно управлять системой, вырабатывая правильный двигательный стереотип и тем самым формируя правильную осанку. В данном случае можно сказать, что система обучаемая. Чтобы обучение было наиболее эффективным, необходим контроль над объектом обучения. По мере поступления информации необходимо сличать реальный ход движений с запланированным, то есть для каждого двигательного действия формировать программу должных ощущений и восприятий, или афферентную программу.

Учитывая сложность структуры человеческого организма как биологического объекта и наличие многосвязных иерархических систем регулирования параметров его «внутренней среды», особую значимость при проектировании

детской профилактической одежды, которую, как отмечено ранее, предложено проектировать совмещенной с обычной школьной одеждой, приобретает решение задач адекватного сопряжения биологических объектов с техническими устройствами в единые биотехнические системы [114].

Таким образом, анализ причин нарушений осанки показал, что в основном они обусловлены возникающими из-за несформированности опорно-двигательного аппарата и рефлекторного механизма младших школьников слабостью или неравномерностью тонуса мышц туловища, и недостаточной степенью повторяемости двигательного действия (осанки) в течение длительного времени, усугубляемых спецификой школьного обучения. Успех профилактики нарушений осанки зависит от одновременного решения двух взаимосвязанных задач – формирования навыка осанки и укрепления мышечного корсета туловища.

Анализ существующего ассортимента одежды для профилактики нарушений осанки, имеющего исключительную важность для детей, особенно младших возрастов, показал его ограниченность и неприспособленность к учебному процессу, где в основном происходит формирование осанки школьника.

Анализ условий школьного обучения показал, что в реальном учебном процессе одновременное выполнение взаимосвязанных и взаимодополняющих функций различными существующими средствами коррекции, включая корректоры осанки, практически осуществить не удастся. Необходима одежда, выполняющая задачу правильного формирования изгибов позвоночного столба ребенка путем создания таких условий на уроке, при которых его тело постоянно поддерживалось бы в нужном положении без утомления при одновременном укреплении мышц спины.

Подавляющее большинство существующих современных корректоров осанки представляют собой жесткие конструкции и используются в ортопедии в основном для коррекции уже сложившихся, достаточно устойчивых деформаций позвоночника, вплоть до сколиотических. Вследствие возрастных осо-

бенностей опорно-двигательного аппарата детей младших возрастных групп использование корректоров, плотно охватывающих тело ребенка с целью принудительной фиксации позы, нецелесообразно.

Предложено в состав ассортимента лечебно-бандажных изделий включить новую группу профилактических изделий – верхнюю одежду для коррекции осанки, представляющую собой комбинацию обычной и профилактической школьной одежды, способной сохранить гармоничную осанку и сформировать устойчивый статико-динамический стереотип незаметно для окружающих и самого ребенка.

Анализ внешних и внутренних факторов, влияющих на формирование осанки школьников, показал, что школьная одежда, формирующая осанку, является сложным многофункциональным объектом, призванным одновременно отвечать целому комплексу специальных требований, характерных для детской, форменной и лечебно-профилактической одежды. Разработана система показателей качества, отличительной особенностью которой является включение в группу эргономических корсетных и коррекционных показателей.

На основе изучения опыта создания специальной, спортивной, лечебно-профилактической и медико-реабилитационной одежды выявлена необходимость использовать при проектировании специализированной одежды особые подходы, значительно отличающиеся от подходов к проектированию традиционной бытовой одежды, – в частности, теории управления, позволяющей рассматривать методы и средства систем управления и закономерности протекающих в них процессов.

В связи с тем, что приобретаемый навык фиксации позы формируется и совершенствуется в зависимости от систематических, направленных воздействий на организм ребенка, для решения задачи проектирования профилактической одежды признана целесообразность ее рассмотрения как средства управления сложными динамическими системами.

2. РАЗРАБОТКА КОНЦЕПЦИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ШКОЛЬНОЙ ОДЕЖДЫ, ФОРМИРУЮЩЕЙ ПРАВИЛЬНУЮ ОСАНКУ, НА ОСНОВЕ ТЕОРИИ УПРАВЛЕНИЯ

Решение задачи управления процессом формирования осанки может быть получено на основе общей концептуальной модели проектирования, дающей предварительное приближенное представление об управляемой системе «ребенок – профилактическая одежда – учебная деятельность».

2.1. Разработка концептуальной модели одежды, формирующей правильную осанку школьника

На первом этапе создания концептуальной модели необходимо определить состав и структуру объекта, свойства элементов и причинно-следственные связи, присущие анализируемому объекту и существенные для достижения целей моделирования [115]. Для этого проведен анализ функционирования системы, результатом которого явилось представление общей картины проблемной ситуации и на основе этого выяснение тех конкретных задач, которые необходимо ставить.

В данном случае модель системы управления организмом ребенка посредством профилактической одежды в общем виде можно представить в соответствии со схемой 1.15, приведенной в п. 1.5. Объектом управления (ОУ), т.е. объектом, на который направляется управляющее воздействие, служит учащийся (ребенок младшего школьного возраста).

Операция управления реализуется управляющим устройством (УУ), которым в случае проектирования одежды для профилактики нарушений осанки является центральная нервная система (ЦНС).

Обобщенная структура взаимодействия ЦНС с объектом управления – ребенком представлена на рис. 2.1. ЦНС на основании воздействия посредством определенных элементов школьной одежды (задающего воздействия $G(t)$) вырабатывает управляющее воздействие $U(t)$ на организм ребенка и поддерживает на заданном уровне выходную величину $Y(t)$.

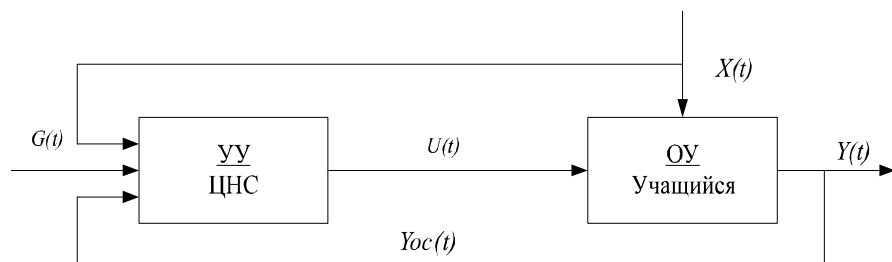


Рис. 2.1. Концептуальная модель систем управления организмом ребенка посредством профилактической одежды.

Этой выходной величиной в данном случае следует считать наиболее информативный показатель, характеризующий осанку ребенка во время учебных занятий в положении сидя. Как было отмечено в п. 1.5, в основу управления живых организмов положен механизм рефлекторного кольца, поэтому в случае недостаточного с точки зрения формирования осанки выравнивания позвоночного столба в мозгу ребенка через аппарат памяти формируется сигнал обратной связи $Yoc(t)$, поступающий по эффекторным каналам в ЦНС и сообщающий о формировании рассогласования $\varepsilon(t) = G(t) - Y(t)$. Эта величина рассогласования $\varepsilon(t)$ корректируется нервной системой до тех пор, пока позвоночник ребенка не займет правильное положение. Таким образом, в случае проектирования профилактической одежды можно говорить об управлении по отклонению.

На ОУ в данном случае действуют и некоторые внешние возмущающие воздействия $X(t)$, основным из которых, существенно влияющим на регулируемую величину, является вынужденная статическая поза, определенная регламентом учебных занятий (п. 1.1.2).

Поскольку управление – это целенаправленное воздействие на управляемый объект, приводящее к заданному изменению его состояния или удержанию в заданном состоянии [116], задача создания школьной одежды, формирующей осанку, состоит в оказании такого воздействия на организм ребенка, при котором бы возникающие при неправильной учебной позе состояния опорно-

двигательного аппарата регулировались до тех пор, пока позвоночник не занял бы положение, соответствующее правильной осанке.

В математической форме процесс функционирования системы S можно описать во времени оператором F_s , который преобразует независимые (экзогенные) переменные $G(t)$, $U(t)$, и $X(t)$ в зависимые (эндогенные) $Y(t)$ в соответствии с соотношениями вида [117]:

$$Y(t) = F_s(G(t), U(t), X(t), t).$$

Таким образом, основная цель управления состоянием опорно-двигательного аппарата ребенка – перевод системы в новое состояние с выполнением некоторого критерия оптимальности I , характеризующего качество ее функционирования:

$$I = \int_{t_0}^{t_k} f(Y(t), G(t), U(t), t), \quad (2.2)$$

где t_0, t_k – временные границы учебного дня (час.).

Поскольку в данном случае требуется обеспечить равенство выходного сигнала системы $Y(t)$ заданной величине $G(t)$, функционал I основан на величине рассогласования $\varepsilon(t) = G(t) - Y(t)$ между заданным и действительным состояниями системы.

Задача оптимального управления процессом формирования осанки состоит в корректировании величины рассогласования до тех пор, пока позвоночник не займет правильное положение, то есть в обеспечении минимального значения функционала I и, следовательно, наибольшей точности поддержания заданного значения в процессе регулирования:

$$I = \int_{t_0}^{t_k} \varepsilon^2(t) dt \longrightarrow \min. \quad (2.3)$$

Такая формулировка задачи создания одежды, формирующей осанку младшего школьника, представленная в общем виде, определяет лишь направления исследований, которые сводятся к решению следующих задач:

во-первых, определению задающих $G(t)$ и управляющих $U(t)$ воздействий системы, то есть способов осуществления целенаправленного воздействия на организм ребенка: какие именно участки тела ребенка будут задействованы в процессе воздействия и каким образом оно будет осуществляться;

во-вторых, обоснование того, какой именно параметр будет выходной величиной $Y(t)$, являющейся в данном случае, как было отмечено выше, наиболее информативным показателем, характеризующим осанку ребенка в положении сидя.

Решение этих задач возможно на основе дальнейшей детализации обобщенной схемы (рис. 2.1) в результате рассмотрения механизмов, управляющих процессом формирования осанки.

2.2. Разработка модели управления процессом коррекции осанки

Эффективность сочетающихся в едином контуре управления биологических и технических звеньев биотехнических систем, к которым, как было отмечено в подразделе 1.5, можно отнести и профилактическую одежду, полностью определяется тем, насколько точно будут согласованы характеристики этих звеньев, обеспечена единая информационная среда, в которой происходит взаимодействие разнородных звеньев, и соблюден принцип адекватности при выборе средств воздействия. Поэтому при разработке (синтезе) биотехнических систем особую значимость приобретает знание особенностей организации составляющих ее биологических элементов [114], в данном случае – организма ребенка.

2.2.1. Исследование механизмов, управляющих процессом формирования осанки

На основе анализа медицинской литературы [20, 22, 35] механизм управления процессом формирования осанки можно представить в следующем виде (рис. 2.2).



Рис. 2.2. Механизм формирования нарушений осанки в положении сидя.

Осанка определяется особым построением (выравниванием) кинематической цепи, состоящей из отдельных сегментов тела. Сегменты тела, являясь структурно-функциональными единицами тела, объединены общими принципами выравнивания. Нарушение выравнивания (смещение) одного сегмента приводит к целому каскаду компенсирующих смещений остальных в целях обеспечения устойчивого вертикального положения тела.

В результате длительного нахождения в позе сидя (1), которая сопровождается наклоном верхнего грудного отдела позвоночника, голова смещается вперед (рис. 2.3). При этом нарушается нормальная биомеханика шейного сегмента: центр тяжести головы смещается вперед и не совпадает с общей гравитационной линией, а голова поддерживается только связками (главным образом, мощной задней шейной связкой) и мышцами шеи.

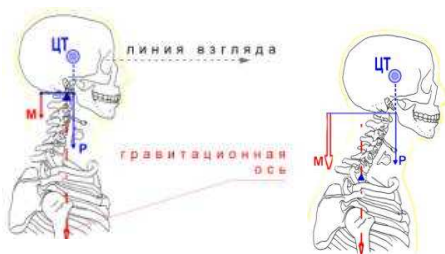


Рис. 2.3. Схема смещения шейного сегмента позвоночника в положении сидя [118].

В результате смещения шейного сегмента происходит цепь последовательных смещений остальных сегментов позвоночника, что приводит к смещению их центра тяжести (2). В этом положении требуется длительное и излишнее напряжение мышц-разгибателей, которые не могут и не должны находиться в таком состоянии (3). Трапециевидная мышца, ее верхняя порция, вынуждена постоянно работать в уступающем режиме (4). В результате тело стремится принять такое положение, при котором не требуется поддержка скелетной мускулатуры (5 – 7). Обычно это продольная деформация позвоночника (8), который в случае влияния длительной и привычной нагрузки вследствие возникновения чрезмерно большого опрокидывающего момента M относительно одной или двух плоскостей пространства, занимаемого телом, вынужден будет изменить свою форму в соответствии с условиями нагружения [68, 119].

Кроме того, нарушения осанки характеризуются изменениями опорно-двигательного аппарата в плечевом поясе во фронтальной плоскости.

Рассматривая кости скелета плечевого пояса, можно сказать, что они как бы свободно «висят» на мышцах, опираясь на грудную клетку. Такая конструкция обеспечивает максимальную степень свободы движений плечевого пояса в целом. При этом важную роль играют мышцы торса, основная функция которых – фиксация лопатки и обеспечение надежной опоры плечевого пояса.

Работа основных фиксаторов лопатки представлена на биомеханической схеме (рис. 2.4, а). На поперечном срезе (уровень 3-го грудного позвонка) видна головка плечевой кости 2, лопатка 1, сегмент грудной клетки, включая грудной позвонок 6, реберная дуга 4 и грудина 3. Большая грудная мышца 5, сокращаясь, тянет плечо вперед. Ромбовидная 7 и передняя зубчатая мышцы 8, сокращаясь, удерживают лопатку в исходном положении [118].

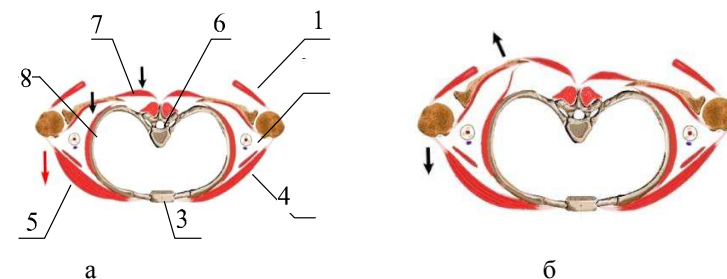


Рис. 2.4. Биомеханическая схема: а) удержания лопатки; б) смещения лопатки [118].

В случае слабости передней зубчатой мышцы любая нагрузка на плечевой пояс приводит к его смещению.

При длительной нагрузке плечевого пояса (например, при интенсивной работе большой грудной мышцы, возникающей при письме) появляется вектор силы, отрывающий лопатку от поверхности грудной клетки. Он компенсируется сокращением мышц-фиксаторов. Лопатка, удерживаемая другими мышцами, смещается кзади, образуя выступающий нижний край лопатки (рис. 2.4, б).

При недостаточной функции обоих фиксаторов лопатка не только отходит, но и разворачивается в горизонтальной плоскости, при этом внутренний ее край выступает кзади, образуются «крыловидные лопатки» [119].

При выраженной слабости мышц-фиксаторов лопатки, дефекты осанки в виде выступающих и крыловидных лопаток наблюдаются как в динамике, так и в состоянии покоя. Длительное существование смещения в условиях растущего организма приводит к деформации скелета (рис. 2.5).

Кроме дефекта выступления лопаток у детей часто встречается наклон грудной клетки вперед. При сочетании грудного кифоза и выпрямленного поясничного лордоза (круглая спина) формируется впалая грудная клетка, которая наклоняется вперед, при этом происходит выпячивание живота [118].

Мышцы брюшной стенки (рис. 2.6), являясь мышечным каркасом, выполняют важную функцию – поддерживают позвоночник и нижний угол груд-

ной клетки. Передняя брюшная стенка является опорой для внутренних органов.

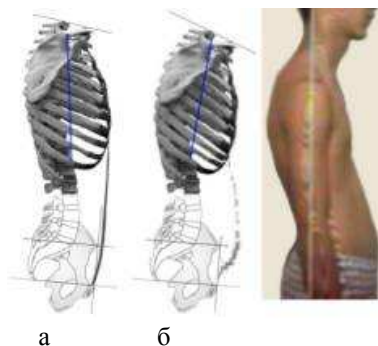


Рис. 2.5. Выравнивание сегментов относительно условного центра тяжести при: а) нормальной осанке, б) нарушенной осанке [118].

Для процесса выравнивания поясничного сегмента торса и передней брюшной стенки живота наибольшее значение приобретает дополнительное укрепление (пассивная активизация, усиление) мышц брюшного пресса.

За счет пассивного усиления мышц брюшного пресса происходит повышение внутрибрюшного давления, впереди позвоночника создается пневмогидравлическая подушка, которая, выполняя роль дополнительной опоры, усиливает его прочность. Если при расслабленном вертикальном положении нагрузка на третий поясничный позвонок приблизительно равняется весу тела, то умеренное усилие увеличивает эту нагрузку четырехкратно. Увеличение внутрибрюшного давления снижает нагрузку на позвонки [118]. Брюшная полость с поперечным сечением 300 см^2 и давлением $13,3 \text{ кПа}$ ($0,13$ атмосфер) производит силу приблизительно $40,8 \text{ кг}$, которая поддерживает позвоночник. Обычно давление в брюшной полости при различных нагрузках колеблется от 5 до 50 мм ртутного столба [118].

Анализ механизма формирования нарушений осанки, возникающих во время длительных рабочих поз, показал, что цикличность возникновения таких

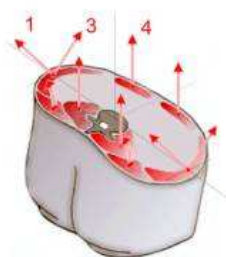


Рис. 2.6. Мышцы торса [118]: 1 – наружная косая; 2 – внутренняя косая; 3 – поперечная; 4 – прямая мышца живота.

нарушений можно разорвать, если оказать внешнее воздействие в блоке 3 на возникающее перенапряжение мышц опорно-двигательного аппарата, то есть управлять процессом смещения сегментов позвоночника.

Результаты проведенных исследований положены в основу при разработке детализированной схемы управления процессом коррекции осанки.

2.2.2. Разработка детализированной схемы управления процессом коррекции осанки

Для решения поставленных задач разработана детализированная схема управления процессом коррекции осанки (рисунок 2.7), уточняющая содержание и роль управляющих функций центральной нервной системы.

В результате афферентного анализа рецепторами информация от задающих воздействий перерабатывается и частично в виде информационных сигналов $g'_1(t)$ и $g'_2(t)$ передается в блок памяти для последующей обработки и формирования управляющих ответных реакций. В блоке памяти происходит формирование афферентной программы развития ситуации, кинематической и динамической программ движений, их запоминание и считывание [119].

Другая часть преобразованных в нервные импульсы информационных сигналов задающих воздействий через рецепторы передается в нервные центры головного мозга, откуда по эфферентным каналам попадает на исполнительный орган (мышцы торса), регулируя их тонус путем управляющих воздействий $u_1(t), u_2(t)$. В результате система переходит в новое состояние, характеризующееся параметрами $y_1(t)$ и $y_2(t)$.

Разработанная детализированная схема управления процессом коррекции осанки позволит обосновать номенклатуру перечисленных параметров системы управления с целью адекватного согласования биологических и технических звеньев системы «ребенок – профилактическая одежда – учебная деятельность».

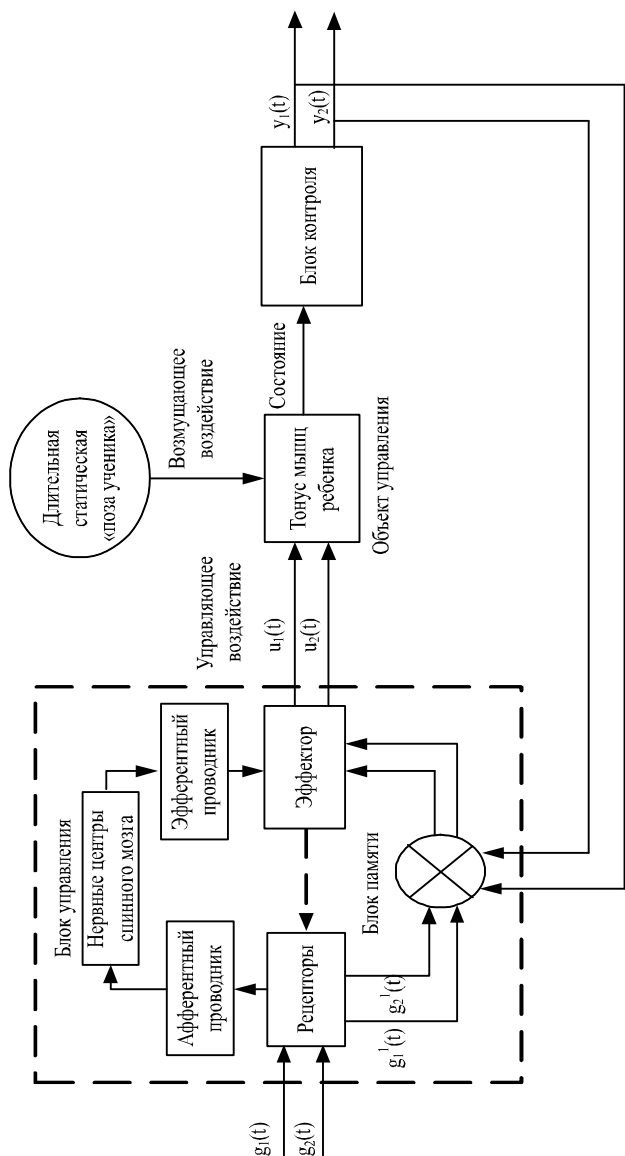


Рис. 2.7. Схема управления процессом коррекции осанки с помощью профилактической одежды.

2.3. Обоснование параметров системы

«ребенок – профилактическая одежда – учебная деятельность»

2.3.1 Разработка способов осуществления

целенаправленного воздействия на организм ребенка

Анализ схемы, представленной на рис. 2.7, показал, что задающими воздействиями $G(t)$ должны выступать конструктивные элементы одежды, которые служат в качестве датчиков, воспринимающих определенную информацию от кожных рецепторов (проприорецепторов), отвечающих за управление двигательными функциями мышц позвоночника.

Это вполне согласуется с существующей в медицине практикой по профилактике и лечению нарушений осанки приемами массажа в виде рефлекторного и механического воздействия на организм путем различного рода вибраций, трения, а также давления о поверхность тела (осуществляемых руками, специальными аппаратами и приспособлениями) для достижения профилактического, лечебного, успокаивающего эффекта [21,

22, 47, 60, 119]. При этом воздействие оказывается на определенные участки кожных покровов спины, содержащие рецепторы, которые посылают афферентный сигнал по нервным каналам в спинной мозг [60].

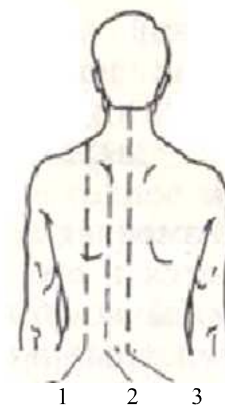


Рис. 2.8. Вертикальные анатомо-топографические линии спины [48]:
1) лопаточная; 2) паравертебральная; 3) средняя (позвоночная).

Данные участки определяются вертикальными анатомо-топографическими линиями спины: лопаточной 1 (условной вертикальной линией, проводимой по поверхности спины через проекцию нижнего угла лопатки) и околопозвоночной (паравертебральной) 2, проходящей вдоль позвоночной линии 3 по реберно-позвоночным сочленениям, посередине между лопаточной линией и позвоночным столбом (рис. 2.8).

Воздействие на располагающиеся вдоль этих линий участки кожного покрова способствует улучшению осанки за счет стимуляции нервно-мышечной деятельности и оказывает общее положительное воздействие на опорно-двигательный аппарат [95].

Очевидно, в качестве элементов воздействия в одежде необходимо использовать вертикальные корригирующие элементы в области спины.

Задача проектирования одежды, формирующей правильную осанку, состоит в необходимости дальнейшего подробного обоснования месторасположения этих корригирующих элементов и в определении их конструктивных параметров.

Анализ специальной литературы [105, 106, 112, 119] позволяет сказать, что контроль слаженности действий различных частей такой сложной системы как организм человека осуществляет соматическая нервная система. Она интегрирует деятельность всех частей тела путем проведения импульсов от рецепторов (внешних органов чувств) к эффекторам (мышцам и железам человека) по проводящим путям. Через спинномозговые нервы спиной мозг осуществляет контроль над туловищем, конечностями, внутренними органами. Согласно количеству туловищных сегментов спинного мозга у человека 31 пара спинномозговых нервов [60].

Спинно-мозговые нервы очень короткие и примерно через 1,5 см хода они заканчиваются, разветвляясь на ветви. Каждая из 31 правых и левых ветвей, проходя между поперечными отростками пары, обеспечивает чувствительную иннервацию кожи и глубоких мышц (разгибателей туловища), осуществляя двигательные акты организма. Поступая в спинной мозг, афферентные импульсы (например, от массажа) активируют двигательные клетки – мотонейроны, что имеет большое значение для поддержания мышечного тонуса [119]. Сегментарная иннервация мышц представлена на рис. 2.9.

В традиционной технике китайского массажа «цзин-ло» [120] издавна используется представление о нервной системе человека в виде густой сети, образующей в организме систему каналов.

Воздействуя на узловые точки этой сети, посылают команды головному мозгу для корректировки управляющих импульсов (давление, прокалывание кожи, прижигание, массаж), что улучшает состояние больного и в дальнейшем приводит к выздоровлению. При заболевании опорно-двигательного аппарата наибольшее значение имеет канал V «мочевого пузыря» (рис. 2.10).

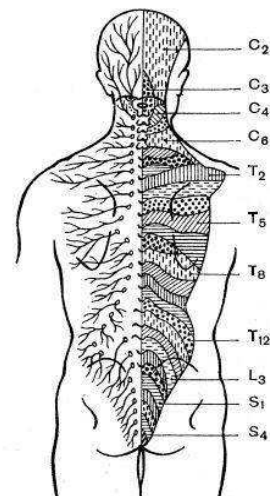


Рис. 2.9. Сегментарная иннервация кожи человека [60].

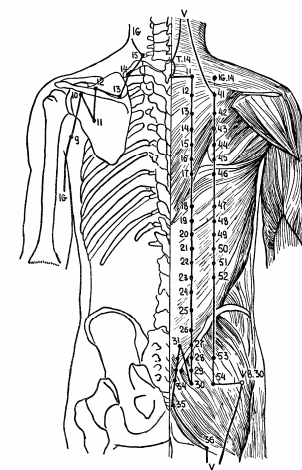


Рис. 2.10. Топография точек спины канала V в китайской технике массажа «цзинь-ло» [120].

Топографически на границе волосистой части головы канал в точке тяньчжу V.10 разделяется на две ветви, первая из которых располагается вдоль позвоночной линии, проходит до ягодичной области, а вторая проходит в области, определяемой лопаточной линией. В традиционной европейской медицине знания и опыт китайских врачей применяют врачи таких специальностей как иглорефлексотерапевты, массажисты, мануальные терапевты.

Американский врач Томас В. Майерс, используя знания традиционной китайской медицины, представил мышцы в виде линий; линию, связанную тесным образом с опорно-двигательным аппаратом, он назвал поверхностной задней линией спины. Общее ее значение состоит в том, чтобы удерживать тело в

выпрямленном положении [121].

Зона пассивного воздействия на плечевой пояс в области лопаточной и паравертебральной линий, таким образом, позволит при длительных нагрузках и статических позах в учебном процессе (в позе сидя) путем создания дополнительного усилия активизировать работы мышц фиксаторов лопатки и способствовать прижиманию лопаток к грудной клетке, перераспределению возникающей статической нагрузки, создавая рефлекторное и механическое воздействие путем обратного давления на сегментарную инервацию рефлексорных зон кожного покрова спины ребенка.

В качестве корригирующих элементов, оказывающих целенаправленное воздействие в области спины, определены вертикальные элементы в области лопаточной и паравертебральной линий, расположенные в деталях спинки изделия. Немаловажное значение имеет определение величины воздействия элементов на тело ребенка. Они должны создавать усилие, необходимое для достижения эффекта коррекции, а вместе с тем не превышающее максимально допустимые пределы давления на тело человека.

Из литературных источников [73, 102] известно, что при комфортных условиях эксплуатации давление бытовой одежды составляет 660-1333 Па (5-10 мм рт. ст.). В то же время в соответствии с [64] изготавливающим корректоры осанки производителям рекомендованы классы компрессии с давлением от 6 до 14 мм рт. ст.

Как отмечает В.И. Угнивенко [118], важную функцию поддержки позвоночника выполняет брюшная стенка. Позвоночник в положении сгибания поддерживается за счет активности брюшной и промежностной мускулатуры. За счет повышения внутрибрюшного давления создается пневмогидравлическая подушка впереди позвоночника, это дополнительная опора, которая усиливает его прочность.

При нарушении осанки в результате смещения шейного и грудного сегментов торса происходит уменьшение объема грудной клетки, нарушение дыхательной экскурсии. Легкие, оказывая давление на диафрагму, смещают ее

вниз. Это приводит к сдавливанию органов брюшной полости и таза. Передняя стенка живота, испытывая давление внутренностей, выпячивается вперед, переставая служить опорой позвоночнику.

Поскольку, как выявлено в ходе проведенного в пункте 2.2.1 биомеханического анализа осанки, позвоночник человека является сложной биомеханической системой и представляет собой многосегментарную конструкцию, в случае смещения одного из сегментов тела в соответствии с принципом их выравнивания устойчивое положение тела обеспечивается целым каскадом остальных компенсирующих смещений. Ослабленная передняя мышца живота не может препятствовать процессу противоположного смещения поясничного сегмента в результате смещений шейного и грудного отделов позвоночника. Поэтому для коррекции осанки возникает необходимость выравнивания за счет дополнительного укрепления (пассивной активизации, усиления) мышц брюшного пресса путем использования специальных конструктивных деталей в области живота.

Таким образом, в школьной одежде, формирующей правильную осанку, по аналогии с эластичными корректорами осанки, имеющими эластичный пояс в области живота, необходим элемент, позволяющий управлять внутрибрюшным давлением, параметры и месторасположение которого необходимо также определить.

Учитывая все вышесказанное, можно сделать вывод, что средствами управления в профилактической школьной одежде могут быть корригирующие элементы в области спины и живота.

Из анализа медицинской литературы [118] следует, что небольшое усиление внутрибрюшного давления в наиболее критической точке позвоночного столба (третьего поясничного позвонка L3) снижает нагрузку на все смежные с ним сегменты поясничного отдела позвоночника. На фигуре человека третий поясничный позвонок приходится в проекции на наиболее удаленную точку поясничного лордоза – «поясничную точку», находящуюся соответственно на линии талии [12]. Таким элементом в конструкции детского школьного жилета

предусмотрен корректирующий пояс.

Следовательно, определено местоположение конструктивных элементов профилактической одежды в соответствии с физиологическими параметрами и антропометрическими признаками человека. Элементы в области спинки изделия расположены проекционно на паравerteбральных и лопаточных линиях тела, элемент в виде пояса находится на линии талии ребенка, в области живота.

Поскольку с помощью именно этих элементов формируется программа возникающих при правильном решении двигательной задачи поддержания осанки должных ощущений и восприятий (афферентная программа), их конструктивные параметры выбраны в качестве задающих воздействий $G(t)$: $g_1(t)$ – параметры корректирующих элементов на спинке ребенка; $g_2(t)$ – параметры пояса.

Изменение состояния опорно-двигательного аппарата ребенка происходит в результате реализующих программу управления целенаправленных (управляющих) воздействий: $u_1(t)$ – величины корректирующего давления конструктивных элементов на спинке; $u_2(t)$ – величины давления поясного корректирующего элемента.

Для организации процесса управления необходимо разработать показатели результатов управления.

2.3.2. Разработка номенклатуры выходных параметров управления

Целевая функция системы «ребенок – профилактическая одежда – учебная деятельность» заключается, как было отмечено в п. 2.2.1, в изменении состояния осанки ребенка в соответствии с заданной программой формирования правильного динамического стереотипа. Выходные параметры управления $Y(t)$ должны характеризовать свойства системы, по которым можно судить о степени выполнения ею своего функционального назначения. Следовательно, выходные параметры $Y(t)$ должны быть выражены в конкретных количественных показателях [117].

Поскольку процесс формирования осанки в данной работе рассматривается в процессе школьных занятий в положении учащегося сидя, то в качестве выходных величин необходимо определить показатели осанки в данном положении.

Существующие методы оценки осанки, широко используемые в антропологии [2, 12], медицине [20, 21, 35], спортивной морфологии [15, 31, 42], швейной промышленности [18, 19], предназначены для оценки осанки в статике в положении стоя.

В.И. Угнивенко [118] положение корпуса человека сидя предлагает оценивать углом наклона туловища, определяемого углом между лучами, проведенными от нижней части грудины к плоскости лица и к сгибу коленного сустава (рис. 2.12). В зависимости от величины угла автор выделяет три вида наклона туловища в положении сидя. Углы сутулости и компрессии характерны для нарушенной осанки.

В рассматриваемом способе предложено оценивать величину углов спереди, что не может достоверно указывать на положение каждого сегмента позвоночника, поскольку, по мнению медиков, наиболее доступными и информативными признаками нарушения осанки являются контуры тела в сагиттальной плоскости и соответственно положение основных анатомических ориентиров сзади. Следовательно, в проектируемой одежде количественные параметры углов, полученные этим методом, использовать нецелесообразно.

Наиболее приемлемым признано использование результатов эргономических исследований по проектированию основных элементов рабочего места [40], где количественные показатели осанки в положении сидя определяются по углу наклона грудного отдела позвоночника по отношению к поясничному. Автор выделяет позы с малым, средним и большим наклоном (табл. 2.1). Позы с малым и средним углом наклона более выгодны с точки зрения статики и био-



Рис. 2.12. Углы наклона туловища в положении сидя [118]: а – нормальный угол; б – угол сутулости; в – угол компрессии.

механики ввиду меньшего колебания центра тяжести. При больших наклонах в работу вовлекаются дополнительные двигательные единицы.

Таблица 2.1

Количественная характеристика осанки в положении сидя [40]

Угол наклона	Величина угла наклона, град.		
	малый	средний	большой
Грудной клетки по отношению к поясничному	170	160	150

Обобщая результаты проведенных исследований, в качестве выходного параметра $y_1(t)$ выбрали угол наклона грудной клетки к поясничному отделу α как наиболее доступный информативный признак.

Как было рассмотрено ранее (п. 1.1.1), поскольку конфигурация спинного контура туловища, особенно у детей, определяется, помимо формы позвоночного столба, степенью выступания лопаток, то в качестве второго выходного параметра $y_2(t)$ принят существующий в медицинской практике и спортивной морфологии [15] плечевой показатель (ПП). Для его вычисления толстотным циркулем измеряют расстояние между акромиальными точками спереди – ширину плеч, а сантиметровой лентой на задней поверхности туловища – величину дуги спины. Плечевой показатель определяется в процентах как отношение ширины плеч (ШП) к плечевой дуге (ПД):

$$ПП = \frac{ШП}{ПД} 100\%. \quad (2.5)$$

В норме этот показатель колеблется в пределах 100–110%. При значениях индекса осанки менее 90% и более 125% имеется ее выраженное нарушение.

На основе проведенного анализа специальной литературы был обоснован выбор выходных величин $y_1(t)$ и $y_2(t)$ как наиболее доступных и информативных признаков изменения осанки, достоверно указывающих на положение каждого сегмента позвоночника и позволяющих на основе оценки результатов от предшествующих состояний системы управлять ею по цепи обратной связи.

Таким образом, разработана концепция проектирования профилактической одежды на основе теории управления, заключающаяся в обеспечении возможности установления структуры и параметров элементов системы «ребенок – профилактическая одежда – учебная деятельность» для придания процессу коррекции осанки желаемых свойств и заданного качества путем изучения динамических процессов управления сложными системами.

Разработана общая концептуальная модель проектирования детской профилактической одежды, представляющая собой синтез биологических и технических элементов, связанных между собой в едином контуре управления, и позволяющая вырабатывать решения о выборе характера целенаправленного воздействия и его техническом осуществлении.

В результате биомеханического анализа процесса нарушения осанки установлено, что целенаправленное воздействие средствами управления (конструктивными элементами одежды) необходимо осуществлять на мышцы-антагонисты (сгибатели и разгибатели), расположенные на спине и на животе человека. В качестве средств управления предложено использовать вертикальные корригирующие элементы на спинке, расположенные вдоль паравертебральной и лопаточной линий, и корригирующий поясной элемент в области живота.

На основе разработанной детализированной схемы управления процессом коррекции осанки в положении сидя обоснована номенклатура входных, выходных параметров и управляющих воздействий системы, позволяющих осуществлять работу системы по ответной реакции организма. Поставлена задача определить задающие воздействия – конструктивные параметры корригирующих элементов спинки и переда изделия, управляющие воздействия – величины компрессионного воздействия элементов в лопаточной области и в области живота.

В качестве выходных величин управляемой системы «ребенок – профилактическая одежда – учебная деятельность» предложено использовать наиболее доступные и информативные признаки изменения осанки в положении сидя: угол наклона грудной клетки к поясничному отделу и индекс осанки, характеризующий степень выступания лопаток.