

Министерство образования и науки Республики Саха (Якутия)  
МР «Мегино-Кангаласский улус (район)»  
МБОУ «Чемоикинская средняя общеобразовательная школа»  
XX Республиканская научная конференция молодых исследователей  
«Шаг в будущее – Инникигэ хардыы» имени академика В. П. Ларионова

## **ФИЗИКА ВЫСОКИХ КАБЛУКОВ**

Секция: ФИЗИКА

**Автор работы:** Явловская Айна  
Алексеевна, Тимофеева Дарина Павловна,  
ученицы 8 класса МБОУ Чемоикинской  
СОШ с. Даркылах Мегино -  
Кангаласского улуса

**Руководитель:** Явловская Елена  
Николаевна учитель физики МБОУ  
Чемоикинской СОШ с. Даркылах Мегино  
- Кангаласского улуса

с. Даркылах  
2016 г

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	3
1. История происхождения каблуков.....	5
2. Результаты анкетирования .....	7
3. Динамика и статика стопы находящаяся на ровной горизонтальной поверхности.....	9
4. Динамика и статика стопы находящаяся на высоких каблуках.....	12
5. Исследования	
5.1. Почему так сложно стоять на носочках?.....	15
5.2. Исследование зависимости между высотой каблука и смещением центра тяжести.....	16
5.3. Исследование зависимости между высотой каблука и давлением на стопу....	16
5.4. Определение идеальной высоты каблука.....	18
6. Обувь, которая поможет сохранить наше здоровье.....	19
7. Правила, которые помогут вам сохранить здоровье.....	20
8. Рекомендации по профилактике заболеваний, которые могут быть вызваны ношением обуви с каблуком.....	21
Заключение.....	22
Список литературы.....	23
Приложения.....	24

## ВВЕДЕНИЕ

Каблук – деталь обуви в виде вертикальной подставки, приподнимающий пятку выше уровня носка. Высокие каблуки удлиняют ноги, увеличивают рост, делают женскую фигуру стройнее и зрительно уменьшают размер стопы. У женщины, носящей каблуки, изменяется походка: она как бы вся внутренне подтягивается, а перемещение центра тяжести тела вынуждает ее идти мелкими шажками, что придает походке грациозность и таинственность.

У каждой девушки найдется в шкафу обувь на каблуке. Но даже от молодых девушек часто слышны жалобы на то, что болит спина и ноги. Вот и задумалась, что же должно быть важнее: красота или здоровье. Врачи бьют тревогу: модные тенденции, заключающиеся в постоянном увеличении высоты каблука, губительно сказываются на женском здоровье. Помимо хронических болей в спине и ногах, происходит деформирование костей ступни и пальцев, варикозное расширение вен, повреждение связок, деформация костей таза и целый «букет» других, не менее грозных недугов.

Надев пару туфель на высоком каблуке, женщина приводит в действие десятки законов физики и математических формул, начиная с теоремы Пифагора (где высота каблука становится меньшим катетом) и, заканчивая применением правила момента и знанием о видах деформаций.

**Актуальность.** В ходе проведённой работы изучается вред, причиняемый обувью на высоком каблуке для здоровья вообще и в подростковом возрасте в частности. Исследование опирается на связь законов физики с биологией и медициной. Основным поводом исследовательской работы является то, что в молодости девушки больше следят за модой, а не за здоровьем, а в старости это вызывает заболевание ног и позвоночника.

**Предмет исследования** - высокие каблуки.

**Объект исследования** – вред высоких каблуков на здоровье человека с точки зрения физики.

**Гипотезу**, основываясь на законы физики, сформулировали так: если обувь имеет каблук, то давление на стопу должно возрасти, что может нанести вред здоровью.

**Цель работы** – выявление факторов, опасно влияющих на здоровье вследствие длительного ношения обуви на высоком каблуке, с точки зрения физики.

Для достижения данной цели поставила следующие **задачи**:

1. Проанализировать материал по теме исследования и проследить историю происхождения каблуков.
2. Провести анкетирование учащихся и преподавателей школы о ношении обуви на каблуках; провести анализ полученных данных.
3. Сравнить динамику и статику стопы находящуюся на ровной горизонтальной поверхности и на высоких каблуках; объяснить с точки зрения физики возникновение заболеваний из-за длительного ношения обуви на высоких каблуках.
4. Выяснить, почему так сложно ходить на высоких каблуках:
  - рассчитать силу реакции опоры, когда стоим «на носочках»
  - исследовать зависимость между высотой каблука и смещением центра тяжести.
  - исследовать зависимость давления на стопу от наличия каблука;

- определить идеальную высоту каблука и провести исследования по этим вопросам.

5. Разработать рекомендацию и правила, которые помогут сохранить наше здоровье;

6. Ознакомить всех учениц школы с результатами данной работы; изготовить буклет о вреде постоянного ношения каблуков; разработать материал, который можно использовать на классных часах и родительских собраниях.

**Методы исследования:** **теоретические методы** - методы систематизации теоретического материала, исследовательские методы, обобщение накопленного материала, изучение и анализ научной и публицистической литературы по проблеме исследования, моделирование, исторический анализ и интерпретация полученных результатов исследования; **экспериментальные методы** - опорно-диагностические (анкетирование); **обсервационные методы** наблюдение, фиксирование результатов исследования, эксперимент; **статистические методы** - математические методы обработки результатов исследования, табличная и графическая интерпретация данных, математические расчеты с использованием физических формул.

***Новизна и практическое значение:***

- Делается попытка рассмотрения вреда высоких каблуков с точки зрения физики.
- Полученную информацию по результатам исследовательской работы можно использовать на уроках физики при прохождении тем: «Давление твердых тел», «Центр тяжести», «Простые механизмы. Рычаг».
- Полученную информацию по результатам исследовательской работы можно использовать в рамках внеклассной работы, как информацию для родителей и подростков.
- Привлечение внимания общественности к проблемам здоровья девушек, которые носят обувь на высоких каблуках.

## 1. ИСТОРИЯ ПРОИСХОЖДЕНИЯ КАБЛУКОВ.

Изучив литературу по данной теме, выяснилось, что предшественниками каблуков была обувь на платформе. В основном ее использовали, чтобы увеличить свой рост и соответственно статус. Подошвы делались в основном из дерева или пробки. Около 200 лет до нашей эры появилась *котурны* – обувь на платформе, которую использовали римские и греческие актеры театра. Такая обувь делала их заметнее на сцене. Позже в Японии и Китае переняли из Греции и Рима моду на обувь с высокой платформой.

В Венеции, начиная с XV века, женщины разных сословий надевали очень большие платформы 20 -30 сантиметров высотой, — *цокколи* (копытца).

В XVI веке в эпоху Ренессанса в дамскую моду входит обувь не просто на высокой, а очень высокой платформе высотой от 14 до 70 сантиметров - "*chopines*". Женщины в такой обуви могли ходить только с помощью палочки или прислуги (**Приложение 1**).

Также известно, что в Древнем Египте примерно в 4000 году до нашей эры простые земледельцы, пользовались обувью на каблуках т.к. они создавали необходимый упор, чтобы легче было передвигаться по мягкой рыхлой земле, а также мясники.

На Руси первые каблуки появились в XIV веке. Их вырезали из цельных кусков дерева и вкладывали в сапог под подошву. Сверху всю конструкцию обшивали кожей. В XVI веке появился наборный каблук, состоящий из многих слоев кожи, скрепленных металлической скобкой и подбитых подковкой. Ходить в обуви на таких каблуках было крайне тяжело, потому, что еще не изобрели супинатор и детали, которые фиксировали стопу, например обувной язычок. Да и шили тогда без различия правой и левой ноги.

Считается, что современный каблук ведет свою историю с эпохи Барокко. А придумали его мужчины. По одной версии это был французский офицер, носивший ботфорты - тяжелые высокие кожаные сапоги, обязательный элемент которых - наборный каблук. Нужен он был, чтобы во время верховой езды нога лучше держалась в стремях. По другой - первые каблуки появились у всадников Золотой Орды. И они тоже были нужны для удобной езды верхом. А потому долго оставались принадлежностью мужской обуви.

Первой женщиной, которая появилась на публике в туфлях на каблуках, была Екатерина Медичи. В 1533 она привезла их из Флоренции на свою свадьбу с графом Орлеанским. Медичи стала законодательницей каблукной моды – вскоре вся французская знать встала на каблук. Чтобы выглядеть более властно, туфли на высоких каблуках стала носить, вся французская аристократия: королева Англии - Мария Тюдор (она же Кровавая Мэри), французский король Людовика XV, Маркиза де Помпадур и т.д. Чтобы как-то отличаться, друг от друга, каждый владелец обуви желал оригинальной отделки своих туфель: это могли быть вышивка, ленты и даже драгоценные камни. Получается, что именно Франция диктовала моду на каблуки. В других странах модную обувь дополняли лишь каким-то национальным элементом.

В XVII веке модными стали не только военные сапоги, но и светские. На каблуках ходят как мужчины, так и женщины. Высота каблука могла достигать до 12 сантиметров.

Самое интересное, во время французской революции высокие каблуки настолько вошли в обиход, что уже вызывали и критику. Врачи и философы выступали против таких туфель – за то, что они деформируют ноги и наносят вред здоровью. И это было только

начало бурных дискуссий из-за вреда подобной обуви для здоровья, которые будут длиться столетиями и до наших дней.

В XVIII веке каблуки решительно вышли из моды среди мужчин. А после Великой Французской Революции модными стали балетки - шелковые туфли-тапочки на тонкой кожаной подошве, в которых было удобно танцевать. Умение хорошо танцевать в то время считалось обязательным, а на каблуках не потанцуешь.

Каблуки вернулись в моду в 1860-х годах, а появившиеся к тому времени технологии существенно облегчили изготовление обуви.

В 1950 году итальянский дизайнер Сальваторе Феррагамо в качестве опоры для каблука предложил длинный металлический стержень – стилет. Сальваторе додумался насадить высочайший каблук на железный стержень и облечь его в кожу либо пластик, каблуки-стилеты произвели реальную революцию (**Приложение 1 (продолжение)**).

XX век стал настоящим триумфом обувных дел мастеров. За последнее столетие было придумано столько фасонов и видов каблуков, сколько не изобрели наши предки за всю минувшую историю. Сегодня в моде каблуки разной толщины и высоты, имеющие в сечении различные формы — от прямоугольника и трапеции до треугольника [2, 3, 4].

Таким образом, назначение каблука обуви менялось исторически в зависимости от государства, эпохи, времени. В настоящее время высокий каблук обуви является украшением и характерен в основном для женской обуви. Сегодня каблуки можно разделить на 9 типов (**Приложение № 9**):

1. Венский каблук
2. Каблук-кирпичик
3. Клиновидный каблук.
4. Ковбойский каблук
5. Каблук-рюмочка
6. Конусообразный каблук
7. Каблук-столбик
8. Танкетка
9. Каблук-шпилька (стилеты)

С тех самых пор и до нашего времени дамы сознательно портят ноги ради моды.

## 2. РЕЗУЛЬТАТЫ АНКЕТИРОВАНИЯ.

Для начала решили провести анкетирование, чтобы узнать, что думают о каблуках учителя и ученицы нашей школы. Всего в анкетировании участвовало 21 человек, из них 10 учениц и 11 преподавателей Чемоикинской СОШ. Анкета включала в себя следующие вопросы (**Приложение 2**).

В результате анкетирования выяснилось - средний возраст анкетировавшихся учениц – 15 лет, а учителей – 36 лет. Построив диаграммы по данным вопросам (**Приложение 3**), можно сделать выводы:

- Диаграмма 1 «Предпочитаемая обувь» показывает, что большая часть опрошенных учениц нашей школы отдадут предпочтение обуви без каблуков (балеткам, кедам и кроссовкам) и лишь 20% выбирают обувь с каблуком, а большая часть преподавателей также предпочитают обувь без каблуков, а лишь 40% – обуви на каблуках;
- Диаграмма 2 «Возраст, с которого носят каблуки» показывает, что большая часть учениц начала носить обувь на каблуках в возрасте 12 – 13 лет (90%), с 14 лет (10%) что, по мнению врачей-ортопедов очень опасно, ведь это может привести к деформации стопы, нарушению осанки и неправильному формированию грудной клетки, так как скелет девушки окончательно формируется только к 17-18 годам. Преподаватели (37%) – с 18 – 24 годов что, по мнению врачей вполне допустимо;
- Диаграмма 3 «Предпочитаемая высота каблука» показывает, что большая часть опрошенных отдадут предпочтение каблукам высотой 6 – 15 см (ученицы – 60%, преподаватели – 64%), что с медицинской точки зрения является очень вредным для здоровья как подростка, так и взрослой женщины;
- Диаграмма 4 «Время ношения каблуков в течение дня» показывает, что большая часть учениц (90%) находится на каблуках в течение всего учебного времени, а это примерно 4-10 часов в день; а преподаватели (54%) – хотя врачи туфли на высоких (более 4 см) каблуках разрешают носить не больше 2 часов в день;
- Диаграмма 5 «Причины ношения высоких каблуков» показывает, что обувь на каблуках носят ученики из-за того что это модно 20% и красиво 80%; преподаватели модно-36%, красиво-64%
- Диаграмма 6 «Мнение о вреде высоких каблуков» показывает, что большая часть опрошиваемых осознает вред ношения высоких каблуков (ученицы – 80%, преподаватели – 100%), хотя и есть такие, которые этого не понимают.
- «Возраст, с которого следует носить обувь на высоком каблуке без вреда здоровью» показывает, что большая часть опрошиваемых, осознавая вред высоких каблуков, понимает, что чем позже встанут на каблуки, тем будет лучше для их здоровья.
- Диаграмма 8 «Болезни, возникающие при ношении каблуков, по мнению опрошиваемых» показывает, что некоторые ученицы (40%), уже знакомы с такими болезнями как сколиоз и плоскостопие, болезни суставов, но некоторые (60%), осознавая вред ношения высоких каблуков, не представляют, что их

может ожидать в будущем. Преподаватели в отличие от учениц оказались более осведомленными благодаря своему жизненному опыту.

- Диаграмма 9 «Самочувствие в обуви на высоких каблуках» показывает интересную деталь - большинству опрошенных лучше живется без высоких каблуков. Встает вопрос: «Так зачем же мы так над собой издеваемся?». Все ради красоты и моды.

Проведение анкетирования и анализ результатов показала, что наша работа просто необходима, для того чтобы донести знания которые мы получили при подготовке этой работы для тех, кто плохо понимает, что их ожидает в будущем.

### 3. ДИНАМИКА И СТАТИКА СТОПЫ НА ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ ПОВЕРХНОСТИ.

Чтобы понять какие причины и факторы опасно влияют на здоровье вследствие длительного ношения обуви на высоком каблуке, надо обратиться к физике. Рассмотрим сначала динамику и статику стопы на горизонтальной поверхности.

Наша стопа – это сложный орган с 28 костями, 24 суставами и сплетениями из связок и мускул. Главное предназначение нашей стопы удерживать массу тела и обеспечить ходьбу человека, т.е. движение в пространстве. Наша стопа имеет изогнутую форму – свод, который амортизирует наше тело во время ходьбы. В норме она имеет два свода - продольный (по внутреннему краю стопы) и поперечный (между основаниями пальцев). Продольный свод бывает внутренним и внешним. Они имеют форму арки. Оба свода стопы предназначены для удержания равновесия и предохранения организма от тряски при ходьбе. Короткие и прочные кости стопы имеют форму точно соответствующую направлению и величине нагрузке. Стопа опирается на ровную поверхность тремя точками А, В и С: основаниями большого пальца и мизинца, а также пяткой, и представляет собой совокупность этих трех сводов. На эти своды сверху давит тяжесть всего тела, поэтому перегородки костей стопы расположены так, как располагались бы в этом случае элементы железобетонной сводчатой конструкции – под прямым углом друг к другу. При пяточной стопе вся нагрузка – вес тела - падает на задний отдел стопы; при опоре на необутую стопу большая часть нагрузки падает тоже на задний отдел (Приложение 4).

Если рассмотреть положение тела на двух ногах босиком, то в механическом плане это выглядит абсолютно ненормальным и с этой позиции его можно считать чудом, т.к. представляет собой сооружение выдающейся неустойчивости по трем причинам:

- во-первых, потому что площадь основания для контакта с опорой невелика по отношению к высоте всего сооружения;
- во-вторых, потому что верхняя часть сооружения более широкая и объемная, нежели нижняя, - как усеченная пирамида;
- в-третьих, потому что основание не врезано в опору (в землю); ни один архитектор не построил бы подобное сооружение, неминуемо обреченное упасть.

Когда архитектор конструирует высокую башню, небоскреб, он врезывает ее в землю при помощи глубокого фундамента. Такое сооружение, как человеческое тело, остается стабильным, когда вертикальная ось, проходящая через его центр тяжести, попадает в опорное основание, в виде зеленого прямоугольника, в который вписаны отпечатки стоп. Центр тяжести объемного тела - это теоретическая точка, в которой сконцентрирована вся масса этого тела. Эту точку также называют барицентром. Центр тяжести всего тела (красная точка), стоящего по стойке «смирно» располагается в области таза, примерно у второго-третьего крестцовых позвонков, т.е. на уровне 55% высоты тела. Такое расположение центра тяжести имеет огромное значение у женщин, поскольку именно в области таза вокруг этой точки происходит развитие плода, и, возможно, это оберегает его от различных потрясений [5].

Стоящее тело человека можно представить в виде простой двухсегментной модели: стопа — тело. Соединяет эти два звена голеностопный сустав, относительно его центра тело имеет одну степень свободы: наклон вперед, наклон назад. Опора при

стоянии осуществляется на обе стопы, которые образуют площадь опоры — так называемую базу опоры [6].

Получается, что центр тяжести туловища оказывается намного впереди голеностопных сочленений, и все тело стремится «завалиться» вперед. В норме этому заваливанию препятствуют икроножные мышцы: при падении вперед произошло бы сгибание стоп в голеностопных сочленениях, а икроножная мышца, действуя как разгибатель стопы, препятствует падению и уравнивает тело в положении стоя. Тело стоит тем прочнее, чем шире площадь опоры и чем ниже расположен центр тяжести. **(Приложение 4(продолжение))**. Равновесие сохраняется до тех пор, пока проекция центра тяжести располагается внутри площади опоры.

Наиболее типовые движения человека, связанные с нагрузкой стопы — ходьба. Ходьба является автоматизированным двигательным актом. У человека двуногое передвижение, при котором опора на одну ногу циклично сменяется двуопорным периодом, а затем опорой на другую ногу. При таких условиях последовательность шага пятка – плюсна – пальцы и толчок. Наша стопа при ходьбе осуществляет адаптацию к неровностям поверхности, выступает в роли своеобразного «рычага», который передает движение выше, одновременно с этим перераспределяет энергию движения, которая поступает сверху и гасит удар при приземлении ноги. Разумеется, все эти функции соответствуют определенным действиям, из которых и складывается сам шаг.

Из вышесказанного можно сделать вывод, что *стопе присущи четыре основные функции:*

- *Рессорная* - заключается в способности сводов стопы на 80% гасить энергию удара (т.е. амортизировать), возникающего в момент касания стопы с опорой во время ходьбы, т.е. способность стопы к упругому распластованию под действием резко изменяющихся вертикальных нагрузок. Поэтому мы передвигаемся мягко и без толчков. Это спасает суставы и кости всего тела человека, в том числе позвонки и кости черепа, от постоянной микротравматизации и связанного с ней воспаления. Этот процесс регулируется за счет того, что передняя и задняя часть стопы являются соединенными эластичным сухожилием, которое «работает» как пружина. Получается что стопа для тела, как шина для автомобиля. Она обеспечивает безопасное передвижение по различным поверхностям. Если шина повреждена, то машина едет плохо, и в итоге не может быть использована, то же и с ногой.

- *Балансировочная* - способность сохранять заданную позу тела во время движения или в положении стоя при любых неровностях опоры, благодаря суставам стопы смещаться во всех плоскостях.

- *Перераспределения нагрузки* – способность перераспределять нагрузку, когда нога опирается на всю стопу, чтобы наиболее эффективно пройти следующий этап — отталкивание от опоры.

- *Толчковая* - способность стопы сообщать ускорение общему центру массы тела при перемещении в пространстве. Толчковая функция проявляется в осуществлении заднего и переднего толчков. Кинетическая энергия, образующаяся при ходьбе, передаётся стопе в момент соприкосновения пятки с опорой, сохраняется в ней во время переката на носок и снова передаётся телу в момент отрыва стопы от опоры. Это

позволяет человеку совершать дальнейшее поступательное движение в любом направлении. [6].

Функция и структура стопы с одной стороны зависит от вышележащих элементов опорно-двигательного аппарата, а с другой стороны оказывает на них как положительное, так и негативное влияние. Получается, что многое зависит от того как мы будем эксплуатировать этот орган от которого зависит система управления нашим стоянием и движением.

А теперь представьте, что происходит с нашими стопами, когда мы поднимаемся на высокий каблук.

#### 4. ДИНАМИКА И СТАТИКА СТОПЫ НАХОДЯЩАЯСЯ НА КАБЛУКАХ.

##### **Так чем же грозит высокий каблук сточки зрения динамики и статики.**

При ходьбе мышцы и сухожилия ног работают как рессоры: растягиваясь, они берут на себя часть нагрузки и запасают энергию для следующего шага. Расплатой за прямохождение у человека является повышенное давление на стопы ног, в особенности на свод стопы. Но если стопу поднять на высокий каблук, эти рессоры оказываются заблокированными, и стопа лишается природных возможностей: равномерно распределять вес тела на площадь опоры; амортизировать шаговый импульс; создавать носком силовое отталкивание; удерживать равновесие, стоя на одной стопе практически полностью выключены. Получается, что женскую обувь на высоких каблуках следует приравнивать к экстремальной. Так женская стопа в обуви на высоких каблуках аналогично протезу, может нести только опорную функцию. При передвижении на высоких каблуках возрастает ударная нагрузка на весь опорно-двигательный аппарат – от голеностопных суставов до верхних отделов позвоночника. Кроме того...

##### **1. Происходит избыточная перегрузка передней части стопы.**

Происходит перераспределение веса тела. Нагрузка на ноги вырастает в несколько раз. Стопам из-за этого приходится тяжело, примерно, в пять-шесть раз выше нормы. Так, например, в обуви с каблуком высотой в 2 сантиметра нагрузка, т.е. вес тела, распределяется равномерно между передним и задним отделами стопы, а в обуви с высоким каблуком (8 -10 сантиметров) большая часть нагрузки падает на передний отдел стопы, т.е. пальцы ног и мысок испытывают перегрузку [7]. При таких условиях последовательность шага больше не пятка – плюсна – пальцы и толчок как у босого. На высоких каблуках небольшой вес ложится на пятку и толчок почти полностью от плюсны. Стопа превращается в гору, когда вся нагрузка стремится вниз (Приложение 5). Известно, что каждые два сантиметра высоты каблука увеличивают примерно на 25% давление на пальцы. Давление растет с увеличением высоты каблука. Ношение 8-сантиметрового каблука увеличивает давление на пальцы стоп уже на 75% .

Если длительное время носить обувь с высоким каблуком, то эти нагрузки, которые перераспределяются, в значительной мере изменяют анатомию стопы. Стопа уплощается, а рессорная функция стопы нарушается. Пяточное сухожилие оказывается незадействованным и постепенно атрофируется. При этом нарушается и кровообращение. Это неизбежно приводит к быстрому развитию необратимых заболеваний голеностопных, коленных, тазобедренных и межпозвоночных суставов, которые в результате быстро изнашиваются.

**В результате:** 1) продольное и поперечное плоскостопие; 2) натоптыши, мозоли; 3) боли под основанием пальцев; 4) врастание ногтя в кожу, растрескивание ногтей и расселение грибков; 5) молоткообразные, кручкообразные пальцы и палец-«колотушка»; 6) болезненные костные наросты на пальцах стопы; 7) боли и онемение в пальцах ног; 8) тяжесть в ногах; 9) нарушение кровообращения; 10) головная боль; 11) снижение активной деятельности мозга, принятия решений и концентрации внимания; 12) отечность ног; 13) воспаление и закупорка вен; 14) воспаление и деформация суставов пальцев ног, а также коленных, тазобедренных и позвоночных; 15) боль и воспаление в области пятки, из-за деформации ахиллова сухожилия; 16) варикозное расширение вен

## **2. Изменение положения центра тяжести.**

Стоя босиком человек, если провести через него вертикальную линию, образует перпендикуляр, угол  $90^\circ$ . На 5-ти сантиметровых каблуках тело наклоняется и угол уменьшается до  $70^\circ$ , а на 8-ми сантиметровых до  $55^\circ$ . Так же у босой женщины смещение таза составляет  $25^\circ$ , на 2,5 сантиметровых каблуках он возрастает до  $30^\circ$ , на 5-ти сантиметровых до  $45^\circ$ , на 8 сантиметровых до  $60^\circ$ . **(Приложение 6)**. Таким образом, телу, чтобы восстановить и сохранить вертикальное положение, нужно произвести ряд изменений в работе суставов. Центр тяжести смещается вперед, спина для сохранения равновесия уходит назад, увеличивается поясничный изгиб, а это ведет к искривлению и усилению давления на позвоночник и возможному смещению внутренних органов. Нагрузка на нижние поясничные отделы увеличивается в разы при такой позиции таза. Эффект - будут сокращаться икроножные мышцы, а также нарушается циркуляция крови в бедре. Увеличивается напряжение мышц ног, таза и поясничного отдела позвоночника

**В результате:** 1) боли в икроножных мышцах при снятии каблуков; 2) нарушается механика ходьбы; 3) боли в пояснице и мышцах спины; 4) ограничение подвижности суставов; 5) постепенное утоньшение и разрушение межпозвонковых дисков; 6) воспалительные процессы пищеварительной системы, органов малого таза и позвонка; 7) нарушения осанки, сколиоз; 8) боли коленных и тазобедренных суставов.

## **3. Опасность получения травмы.**

Когда мы ходим на высоких каблуках, то рискуем подвернуть ногу и получить травму. Наиболее распространенный случай – боковое растяжение связок (Приложение 7). Объяснение здесь достаточно простое: площадь опоры обуви туфли с высоким каблуком значительно меньше, чем с низким, из-за этого при ходьбе труднее сохранять равновесие, ведь, согласно законам физики, предмет не опрокидывается только тогда, когда отвесная линия, проведенная из центра тяжести, проходит внутри основания. Стоящий человек не падает только до тех пор, пока отвесная линия из центра тяжести находится внутри площадки, ограниченной краями его ступней. Поэтому так трудно стоять на одной ноге или высоких каблуках.

**В результате:** 1) не синяк, а перелом; 2) растяжение, вывих и даже разрыв связок лодыжки.

## **4. Опасность для будущих мам.**

Если указанные выше проблемы грозят жертвам красоты в долгосрочной перспективе, то для будущих мам последствия хождения на высоких каблуках могут проявиться значительно быстрее. Ведь идет постоянное напряжение мышц, повышенная нагрузка на и без того страдающий позвоночник, нарушается столькое важное в это время кровоснабжение органов таза. Также из-за того, что женщина все время балансирует, чтобы не упасть, в постоянном напряжении находятся икроножные, бедренные и тазовые мышцы, что может стать причиной судорог в ногах.

**В результате:** 1) неправильное положение плода, повышение угрозы выкидыша; 2) растяжки на животе из-за смещения центра тяжести вперед, 3) отеки; 4) боли в спине [8, 9, 10, 11, 12].

Мы надеваем обувь на стопу, а основная функция стопы – амортизировать вес тела при передвижении по различным поверхностям. Благодаря своему устройству, при движении стопа гасит излишние нагрузки и силы, а если в силу каких-то причин – ее деформации и т.п. - этого не происходит, то нагрузку на себя вынуждены принимать

коленный и тазобедренный суставы, позвоночник и спина. Поскольку они для этого не предназначены, то довольно быстро изнашиваются, что приводит к большим проблемам с здоровьем.

Помните, что стопа - это орган опоры и движения!!! Берегите стопы!!!

## 5. ИССЛЕДОВАНИЯ.

### 5.1 Почему так сложно стоять на носочках?

Когда мы ходим на высоких каблуках, то получается, что мы все время находимся на носочках, при этом на нашу стопу действуют не маленькие силы. Давайте разберемся, почему стоять на пальцах стопы очень тяжело [13]. Рассчитаем силу реакции опоры (пола), силу, действующую со стороны голени на сустав в лодыжке и усилие, развиваемое в ахилловом сухожилии, когда мы стоим «на носочках». Расчеты проведем для женщины массой 75 кг. Нарисуем схему (Приложение 8).

Дано:

$$m = 75 \text{ кг}$$

$$l_1 = 0,12 \text{ м}$$

$$l_2 = 0,18 \text{ м}$$

$$F_1 - ?$$

$$F_2 - ?$$

$$F_3 - ?$$

Решение:

$F_1$  – сила, действующая со стороны голени на сустав в лодыжке;

$l_1$  – расстояние от точки касания стопой пола до сустава;

$F_2$  – усилие, развиваемое в ахилловом сухожилии - это прочный шнур

из соединительной ткани, является продолжением икроножной мышцы и

прикрепляется к пяточной кости;

$l_2$  – расстояние от точки касания пола до места крепления ахиллова сухожилия;

$F_3$  – сила реакции опоры (пола), равная по модулю весу человека, т.е.

$$F_3 = P = mg = 75 \text{ кг} \cdot 10 \text{ Н/кг} = \mathbf{750 \text{ Н}}$$

Запишем условие равновесия рычага (правило моментов):

$$- F_2 l_2 + F_1 l_1 = 0 \quad (\sum M_i = 0).$$

Условие неподвижности тела в вертикальном направлении:

$$F_1 - F_2 - F_3 = 0 \quad (\sum F_i = 0).$$

Решаем систему уравнений:

$$\begin{cases} F_1 l_1 - F_2 l_2 = 0; \\ \Rightarrow F_2 l_2 = (F_2 + F_3) l_1 \Rightarrow F_2 \cdot 0,18 \text{ м} = (F_2 + 750 \text{ Н}) \cdot 0,12 \text{ м}; \\ F_1 = F_2 + F_3; \end{cases}$$

$$F_2 \cdot 0,18 \text{ м} - F_2 \cdot 0,12 \text{ м} = 90 \text{ Н} \cdot \text{м}; \quad F_2 \cdot 0,06 \text{ м} = 90 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

$$\mathbf{F_2 = 1500 \text{ Н}. \quad F_1 = 1500 \text{ Н} + 750 \text{ Н} = \mathbf{2250 \text{ Н}.}$$

$$\text{Ответ: } F_3 = 750 \text{ Н}, \quad F_2 = 1500 \text{ Н} \quad \text{и} \quad F_1 = 2250 \text{ Н}.$$

Из результата легко понять, почему стоять на пальцах стопы очень тяжело.

## 5.2 Исследование зависимости между высотой каблука и смещением центра тяжести.

Теперь посмотрим справедливо ли предположение, что при ношении обуви на каблуке смещается центр тяжести:

Для этого взяли «отвес» и надела его на шею и сфотографировали в профиль в обуви на каблуке и без каблука. (Приложение 12)

На фотографиях видно, что на высоких каблуках происходит смещение центра тяжести. Центр смещается вперед, спина, чтобы сохранить равновесие, уходит назад. Происходит смещение позвонков таза, увеличивается изгиб спины, смещаются внутренние органы. Итог – остеохондроз, мышечные боли, искривление позвоночника и т.д.

## 5.3. Исследование зависимости между высотой каблука и давлением на стопу.

Исследуем этот вопрос: действительно ли высокий каблук увеличивает нагрузку на стопу?

Возьмём для расчётов формулу для нахождения давления:

$$p = \frac{F}{S}$$

В нашем случае  $F$  – это вес человека, а  $S$  – это площадь опоры или в нашем случае площадь подошвы.

Вес человека рассчитать довольно просто: он равен силе тяжести, а именно:  $F = F_{\text{тяж}} = m * g$ , где  $m$  – масса человека;  $g$  – ускорение свободного падения, которое =  $9,8 \text{ м/с}^2$

Перейдём непосредственно к расчётам и проверим: действительно ли при ношении обуви на каблуке на стопу оказывается большее давление, а следовательно, и нагрузка: Площадь подошвы рассчитаем следующим образом: обведём подошву туфли на каблуке на тетрадном листе в клеточку. Далее рассчитаем сколько клеточек занимает подошва, при этом сначала подсчитаем число полных клеток, затем число половинок клеток и т.д., а затем сложим получив общее число полных клеток.

Итак, формула для расчёта давления примет вид

$$p = \frac{m * g}{S}$$

Перейдём непосредственно к расчётам и проверим: действительно ли при ношении обуви на каблуке на стопу оказывается большее давление, следовательно, и нагрузка:

### Расчёты для обуви на каблуке 6 см:

1. Рассчитаем площадь подошвы:

После подсчёта на чертеже у нас получилось общее кол-во клеток = 256

Зная, что 1 клетка =  $\frac{1}{4} \text{ см}^2 = 0,000025 \text{ м}^2$  :

$$S_1 = 256 \text{ клетки} * 0,000025 \text{ м}^2 = 0,0064 \text{ м}^2$$

А так как туфли у нас 2, то мы получившуюся площадь умножаем на «2» и следовательно:

$$S = 0,0064 * 2 = 0,0128 \text{ м}^2$$

2. используя весы находим массу тела:

$$m = 48 \text{ кг}$$

3. Рассчитаем давление:

$$p = 48 \text{ кг} * 9,8 \text{ м/с}^2 / 0,0128 \text{ м}^2 = 36750 \text{ Па}$$

**Произведём те же самые расчёты для обуви без каблука:**

$$s = 0.0252 \text{ м}^2$$

$$p = 18666,6 \text{ Па}$$

Сравним: давление на стопы в обуви на каблуке на 18083,4 Па больше (почти в 2 раза больше), чем в обуви без каблука, а следовательно мы доказали, что нагрузка на стопу увеличивается, а вспомнив, что при этом вся эта нагрузка в основном приходится на носок, то в результате женщина имеет все шансы заработать плоскостопие, артрит, артроз, отеки, тромбоз, варикозное расширение вен, а также банальное деформирование стопы.

**Расчет давления, которое оказывает девушка на твердую опору:**

**Дано:**

**Решение:**

$$S_1 = 64 \text{ см}^2 = 0,0064 \text{ м}^2 \quad (37 \text{ размер обуви}) \quad P = mg : 2S_1$$

$$m_1 = 40 \text{ кг (девочка 8 кл)} \quad P_1 = 392 \text{ Н} : 0,0128 \text{ м}^2 = 31250 \text{ Па} = \underline{30,625 \text{ кПа}}$$

$$m_2 = 50 \text{ кг (девочка 9 кл)} \quad P_2 = 490 \text{ Н} : 0,0128 \text{ м}^2 = 39062,5 \text{ Па} = \underline{38,282 \text{ кПа}}$$

$$m_3 = 60 \text{ кг (девочка 10 кл)} \quad P_3 = 588 \text{ Н} : 0,0128 \text{ м}^2 = 46875 \text{ Па} = \underline{45,937 \text{ кПа}}$$

$$m_4 = 78 \text{ кг (учитель)} \quad P_4 = 764 \text{ Н} : 0,0128 \text{ м}^2 = 60938 \text{ Па} = \underline{59,718 \text{ кПа}}$$

**Определить:**

**Для справки:**

$$P_1 = ?$$

- давление, которое оказывает тяжелый

$$P_2 = ?$$

гусеничный трактор на почву 40 кПа;

$$P_3 = ?$$

- давление, которое оказывает тяжелый

$$P_4 = ?$$

гусеничный артиллерийский тягач АТ-Т

на почву 57 кПа.

**Выводы:**

- десятиклассница и ученица 11 класса своими каблуками оказывают давление на почву больше, чем гусеничный трактор;

- учитель оказывает своими каблуками давление на почву больше, чем тяжелый гусеничный артиллерийский тягач АТ-Т.

Если человек стоит в обуви без каблука, то площадь поверхности больше, чем площадь поверхности в обуви с каблуком, проведя расчеты по формуле, мы получили следующие результаты – таблица №2.

*Таблица 2. Сравнительная характеристика зависимости давления от площади поверхности, на которую оказывается давление.*

Размер обуви	Давление, оказываемое на стопу в обуви, кПа	
	Без каблука	На каблуке
36	19	42
37	19	38

Данные этой таблицы красноречиво свидетельствуют о разнице давлений на стопу в обуви без каблука и с каблуком. Давление, оказываемое на стопу в обуви на каблуке, более чем в два раза превышает давление, оказываемое на стопу в обуви без каблука. По расчетам ученых при ходьбе это давление еще увеличивается более чем в два раза!!! Каблук, высотой в 10 сантиметров, способствует давлению на пальцы, в три раза превышающему атмосферное, рассказывают ученые. А еще каждый лишний сантиметр в каблуке — это дополнительные 10 кг нагрузки на позвоночник.

#### 5.4. Определение идеальной высоты каблука.

Все кости человека выдержаны в пропорции «золотого сечения». Пропорции различных частей нашего тела составляют число, очень близкое к «золотому сечению». Если эти пропорции совпадают с формулой «золотого сечения», то внешность или тело человека считается идеально сложенными. Деление тела точкой пупа - один из основных показателей «золотого сечения», т.е. талия, делит совершенное человеческое тело в пропорции «золотого сечения». Коэффициент идеального соотношения между ростом и длиной ног для мужчин он составляет  $k = 1,625$ , а для женщин  $k = 1,61$ . Известно, что пропорции мужчин ближе к «золотому сечению», чем пропорции у женщин [15]. Однако женщина в обуви на каблуках может оказаться ближе к «Золотым пропорциям».

1). Вычислим идеальную и самую эстетически гармоничную высоту каблука для нескольких испытуемых согласно теории пропорциональности по следующей формуле:

$$H = \left( \frac{L}{d} - k \right) \cdot 10, \text{ где}$$

L - Ваш рост (в см);

d - длина ног, измеряемая от линии талии до пола (в см);

k - коэффициент идеального соотношения между ростом и длиной ног ( $k = 1,61$ ).

2). Вычислим самую физиологическую высоту каблука с точки зрения ортопедии по формуле:

$$h = \frac{l}{7}, \text{ где } l - \text{длина стопы (в см).}$$

Согласно ортопедам, найденное значение высоты каблука по этой формуле, помогают ступням при ходьбе и оберегают их от усталости [16].

Результат предоставили в виде таблиц (Приложение 10).

В результате исследования убедились что женщины, у которых значение пропорции ближе к «золотому сечению» в каблуках не нуждаются. Ну а у тех, у кого наблюдались маленькие отклонения от идеальной пропорции, могут решить свою проблему с помощью каблуков. Знак минус означает, чтобы добиться золотой пропорции надо увеличить не нижнюю часть тела, с помощью каблуков, а верхнюю. Например, с помощью высокой прически или шляпы.

## 6. ОБУВЬ, КОТОРЫЕ ПОМОГУТ СОХРАНИТЬ НАШЕ ЗДОРОВЬЕ.

По результатам диаграммы 1 «Предпочитаемая обувь» было видно, что большая часть опрошенных учениц нашей школы отдают предпочтение обуви без каблуков (балеткам, кедам и кроссовкам). Многие уверены, что плоская подошва не наносит большого вреда, как высокие каблуки. Но это не так.

**Кеды.** Недостаток: плоская подошва не способна амортизировать удар пятки о поверхность земли, из-за чего каждый раз при ходьбе ваш скелет получает микротравмы. Вес тела распределяется по стопе неправильно, что ведёт к болям и деформации. Быстрое изнашивание коленных и бедренных суставов. Далее проблемы идут по восходящей в мышцы поясницы и позвоночник.

**Угги.** Недостаток включает все, что было сказано выше плюс, подошва такой обуви из довольно непрочных материалов, быстро деформируется под контур стопы, растягиваются, а пятка стаптывается и съезжает вниз. В результате плоскостопие и хронические боли в ногах.

**Кроссовки.** Недостаток: при длительном ношении, нарушается температурно-влажностный режим, что вызывает расслабление мышц стопы и голени и снижение свода стопы.

**Домашние тапочки.** Недостаток: нет фиксации пяточной кости и стопы.

**Платформа или танкетка.** Недостаток: жесткая подошва, снижаются рессорные функции стопы. А все это может привести к болям в суставах.

**«Вьетнамки».** Недостаток: стопа практически не защищена, крепятся к ноге только продетыми между пальцев ремешками, стопа не поддерживается и постоянно отходит от подошвы вьетнамок, стопа напрягается. В результате боли в пятке, в области подъема, а также в коленях и в спине.

**Балетки.** Недостаток: плоская и очень тонкая подошва балеток; часто не имеют ни шнурка, ни резинки; держатся не на всей ноге, а только на пальчиках; не защищают ногу от ударов и нагрузки; при каждом шаге мы получаем ушиб пяточной части ступни. Пальцы ног приходится напрягать и поджимать чуть ли не при каждом шаге. Результат — деформация пальцев и суставов; костные мозоли; боли в коленях; скрюченные пальцы.

## 7. ПРАВИЛА, КОТОРЫЕ ПОМОГУТ ВАМ СОХРАНИТЬ ЗДОРОВЬЕ

1. Обувь обязана быть комфортной и легкой, соответствовать форме и размеру стопы.
2. Обувь должна быть изготовлена из натуральных материалов.
3. Подошва обуви должна быть достаточно гибкой, но не слишком мягкой.
4. В туфлях обязательно должны быть хорошие стельки и супинаторы.
5. Каблук не слишком высокий 2 - 3 см.
6. Высокие каблуки можно носить не больше 2-3 часов пару раз в неделю.
7. Чередуйте вид обуви.
8. Используйте обувь по назначению: спортивные - для занятий спортом; домашние - для отдыха дома; сандалии, сабо, мокасины - для загородного отдыха. Стильную, выходную обувь следует использовать для посещения театра, презентаций, банкетов.
9. Конструкция обуви должна обеспечивать достаточный уровень воздухообмена.
10. Фиксированный задник для обеспечения прочной фиксации пяточной кости также обязателен.
11. Давайте своим ногам отдохнуть от высоких каблуков - ходите босиком, делайте массаж, используйте специальный крем для ног.
12. Каблуки не рекомендуется носить женщинам в положении.
13. Каблук не нужно носить девочкам-подросткам, которые находятся в стадии активного роста.
14. Высокий каблук не стоит носить женщинам, у которых есть предрасположенность к варикозному расширению вен, артриту и другим заболеваниям ног. А также тем, у кого работа связана с длительным стоянием на ногах.
15. Каблуки не желательно носить женщине имеющей более 12 кг лишнего веса [17, 18, 19].

Физика может сделать вывод - чем тоньше и изящнее высокий каблук, чем менее устойчива опора, тем более опасной становится обувь.

В общем, обувь на высоком каблуке – это, конечно же, очень красиво, но если вы желаете как можно дольше сохранить свое здоровье, не стоит ей злоупотреблять. Обувайте такую обувь по торжественным случаям пару раз в месяц, а для ежедневного ношения используйте удобные и простые модели.

## **8. Рекомендации по профилактике заболеваний, которые могут быть вызваны ношением обуви с каблуком**

1. Необходимо врачу и медицинской сестре проводить беседы с учащимися и родителями по профилактике болезней, которые могут появиться у девушек за счет раннего и длительного ношения обуви на высоких каблуках.
2. Посоветовать материалы исследования использовать на классных часах, посвященных здоровому образу жизни школьников.
3. Предоставить материалы исследования администрации МБОУ Чемоикинской СОШ и предложить ввести дресс-код на обувь для школьниц.
4. Провести просветительскую работу среди родителей на общешкольном родительском собрании, ведь именно они покупают своим девочкам обувь на высоких каблуках

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ.

1. Уже в XVII веке врачи выступали против высоких каблуков – за то, что они деформируют ноги и наносят вред здоровью. Это происходит и в наши дни.
2. Многие из тех, кто принимал участие в исследовании, осознавали, что обувь на высоких каблуках неудобна и даже травмоопасна, но отдавая дань моде, все-таки носят именно такую обувь, тем самым заведомо вредят своему здоровью.
3. Выяснилось, что большинство учащихся и преподаватели предпочитают каблук высотой 6 - 10 см, в возрасте 12 – 13 лет что с медицинской точки зрения является очень вредным, ведь скелет девушки окончательно формируется только к 17-18 годам.
4. Большая часть учениц начала носить обувь на каблуках в возрасте 12 – 13 лет (90%), с 14 лет (10%), что по мнению врачей-ортопедов очень опасно, ведь это может привести к деформации стопы, нарушению осанки и неправильному формированию грудной клетки, так как скелет девушки окончательно формируется только к 17-18 годам. Преподаватели (37%) – с 18 – 24 годов что, по мнению врачей вполне допустимо;
5. Вред высоких каблуков с точки зрения физики объясняется:
  - избыточной перегрузкой передней части стопы,
  - потерей рессорной функции стопы,
  - неправильным распределением веса тела,
  - изменением положения центра тяжести тела
  - уменьшением площади опоры.
  - увеличением давления, оказываемое на стопу в обуви на каблуке, более чем в два раза
6. В ходе проведения исследования выявили очень тесную взаимосвязь влияния физических величин на здоровье человека и подтвердили нашу гипотезу.
7. Каждый может рассчитать сам свою высоту каблука. У кого значение пропорции ближе к «золотому сечению» в каблуках не нуждаются. Ну а у тех, у кого наблюдались маленькие отклонения от пропорции, могут решить свою проблему с помощью каблуков, прически или шляпы. Но физика рекомендует высоту каблука равную 2 сантиметрам.
8. Чтобы не нанести вред своему здоровью необходимо соблюдать правила.
9. Произвели рекомендацию по профилактике заболеваний, которые могут быть вызваны ношением обуви с каблуком

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.

1. Кривцов А.Г. Старинные народные и современные методы лечения остеохондроза (рекомендации больным и здоровым)/редактор Л.Н. Черкасова - Ростов н/Д: Ростовского университета, 1990.
2. Жанна Пятирикова. История высокого каблука: из Древнего Египта в XXI век - Происхождение слова «каблук»//www.beautynet.ru
3. Марьяна Скуратовская, историк моды. Под каблукком//www.skuratovska.wordpress.com
4. Ольга Дмитриева. Из истории каблука//polunochnica.ru
5. Капанджи А.И. Чудо прямохождения"// www.bone-surgery.ru
6. Сапин М. Р. Анатомия человека. В двух томах. Том1. Элементы статики и динамики тела человека//www.skeletos.zharko.ru
7. Маркс В.О. Ортопедическая диагностика // www.medchitalka.ru
8. Коуплэнд Гленн. Все о здоровье ваших ног //www.fermer1.ru
9. Угнивенко В. И. Осанка. Воспитание и коррекция осанки//www.pozvonochnik.org
10. Перевод: Дмитрий Барышников Обувь на высоком каблуке вредна для тела//www.ashtanga.su
11. Admin. Обувь на высоком каблуке//investyar.ruхорошее что я скопир.
12. Марина Макарова Высокие каблуки: за и против//www.takzdorovo.ru
13. Морозова С. М., Хромова О. Б. Соединение костей. Сустав как рычаг// www.fiz.1september.ru
14. Перышкин А.В. Физика. 7 кл.: учеб. для общеобразоват. Учреждений/9-е изд., стереотип. – М.: Дрофа, 2005.
15. Виктор Лаврус. Золотое сечение// www.n-t.ru
16. Елена Китенкова. Высота идеального каблука по формуле//www.ladyinciti.ru
17. Ольга Столярова. Как обувь влияет на здоровье человека//www.allwomens.ru
18. Елена Малышева: Наша тема сегодня – высокий каблук.//www.s-malyshevoy.ru
19. Васильева Л. В. Задачи исследования. Метод тестирования для выявления плоскостопия. Сбор предварительной информации// www.zrenielib.ru