

УДК: 796.88

ВОПРОСЫ ПРОФИЛАКТИКИ ТРАВМ ПОЗВОНОЧНИКА ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ АТЛЕТИЧЕСКИХ УПРАЖНЕНИЙ

Самсонова Алла Владимировна, д.п.н., профессор, заведующая кафедрой

Кичайкина Нина Борисовна, к.б.н., профессор

Самсонов Глеб Александрович, аспирант

Борисевич Марина Андреевна, доцент

Национальный государственный Университет физической культуры, спорта и здоровья имени П.Ф. Лесгафта, Санкт-Петербург, кафедра биомеханики

Аннотация. Приседание со штангой на плечах является универсальным упражнением для развития силовых способностей, однако оно часто провоцирует травмы межпозвонковых дисков. **Цель исследования:** выявить варианты регуляции давления на межпозвонковые диски в зависимости от уровня внешней нагрузки при выполнении приседания со штангой на плечах. **Результаты:** для коррекции давления на диск атлетам необходимо обладать гармоничным развитием силовых способностей мышц туловища и нижних конечностей, особенно мышц разгибателей коленного сустава. Недостаточность силы мышц разгибателей коленного сустава может вызвать травму позвоночника даже при сохранении правильной техники. Разработаны практические рекомендации по профилактике травм позвоночника посредством биомеханического моделирования нагрузки.

Ключевые слова: приседание со штангой на плечах, биомеханическое моделирование, травмы позвоночника.

ON PREVENTION OF SPINAL INJURIES WHEN PERFORMING ATHLETIC EXERCISES

Alla V. Samsonova, PhD, Professor, Head of Department

Nina B. Kichaikina, PhD, Professor

Gleb A. Samsonov, Postgraduate Student

Marina A. Borisevich, Assistant Professor

Lesgaft National State University of Physical Culture, Sports and Health, St. Petersburg, Department of Biomechanics

Abstract. The back squat is a versatile exercise used for the strength conditioning, but it also frequently results in injuries of intervertebral disks. **Purpose:** to identify the intervertebral disk pressure regulation variants depending on an external load amount during the back squat. **Results:** In order to diminish the intervertebral disk pressure level athletes should have the balanced chest and legs muscle development, especially the development of knee joint extensors. The insufficient strength of the knee joint extensors may result in a spinal injury despite of preserving the correct technique. The practical recommendations on prevention of spinal injuries using the biomechanical modelling were developed.

Keywords: back squat, biomechanical modelling, spinal injuries.

ВВЕДЕНИЕ

Работа с внешним отягощением для развития силовых способностей широко используется в атлетических и скоростно-силовых видах спорта. Одним из наиболее распространенных и универсальных физических упражнений в этом ряду является приседание со штангой на плечах [1, 6].

При выполнении упражнения с отягощением отдельные сегменты аппарата движения атлета испытывают значительные механические перегрузки, превышение критических значений которых приводит к возникновению травм, часто приобретающих хронический характер.

В исследовании [2] были рассмотрены биомеханические закономерности возникновения грыж межпозвонковых дисков поясничного отдела позвоночника при выполнении приседания со штангой на плечах. Зона критических значений давления на межпозвонковый диск, способных вызвать грыжу диска, составляет 5-7 МПа [5].

Настоящая работа является продолжением и развитием предыдущей [2] и посвящена, главным образом, дальнейшему поиску и уточнению причин возникновения перегрузок поясничного отдела позвоночника, а также разработке технологии коррекции перегрузок.

Цель исследования: выявить варианты регуляции давления на межпозвонковые диски в зависимости от уровня внешней нагрузки при выполнении приседания со штангой на плечах.

МЕТОДЫ И ОРГАНИЗАЦИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ

В эксперименте принимали участие пять пауэрлифтеров и пять тяжелоатлетов высокой квалификации (КМС, МС, МСМК), которые выполняли приседание со штангой на плечах со штангой массой от 50% до 100% от максимума. Движение спортсменов фиксировалось видеокамерой с частотой 60 кадр/с. Посредством компьютерной программы Spine [4] в нижней точке приседа с учетом индивидуальных антропометрических констант атлетов были рассчитаны: давление на межпозвонковый диск L3-L4, а также плечи сил тяжести штанги ($h_{шт}$) относительно межпозвонкового диска L3-L4. Для обработки полученных данных использовался статистический пакет STATGRAPHICS.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Сила давления ($F_{давл}$) и давление ($P_{давл}$) на межпозвонковый диск L3-L4 при приседании со штангой рассчитывались на основе механо-математической модели, предложенной В.П. Сазоновым [3]:

$$F_{давл} = (F_{шт} + F_{гол} + F_{рук} + F_{тул}) \cos \alpha + F_M - F_{вб};$$

$$P_{давл} = \frac{F_{давл}}{S_d},$$

где: $F_{давл}$ – сила давления на межпозвонковые диски, Н; $F_{шт}$ – сила тяжести штанги, Н; $F_{гол}$ – сила тяжести головы, Н; $F_{рук}$ – сила тяжести рук, Н; $F_{тул}$ – сила тяжести туловища, Н; F_M – сила тяги мышц-разгибателей позвоночника, Н; $F_{вб}$ – сила внутрибрюшного давления, Н; α – угол наклона продольной оси туловища к вертикали, град; $P_{давл}$ – давление на межпозвонковый диск L3-L4, Па; S_d – площадь поперечного сечения диска L3-L4, равная 0,002 м² (рис. 1).

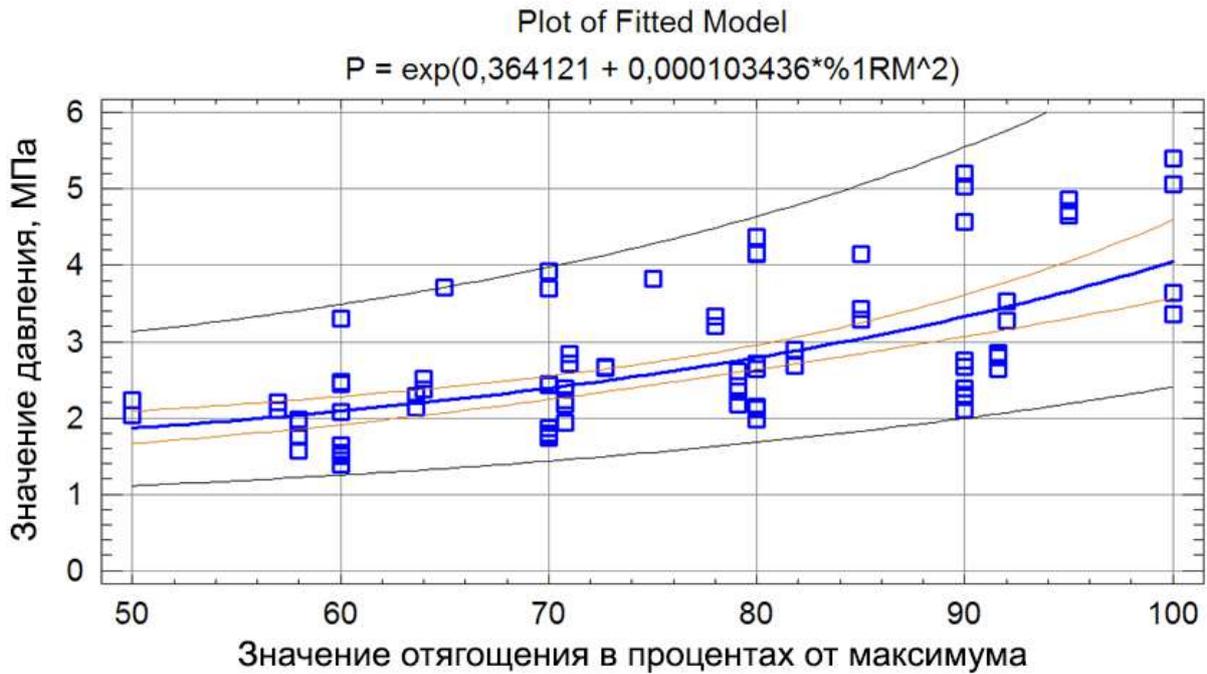


Рис. 2. Давление на межпозвонковый диск L3-L4 в зависимости от уровня внешней нагрузки

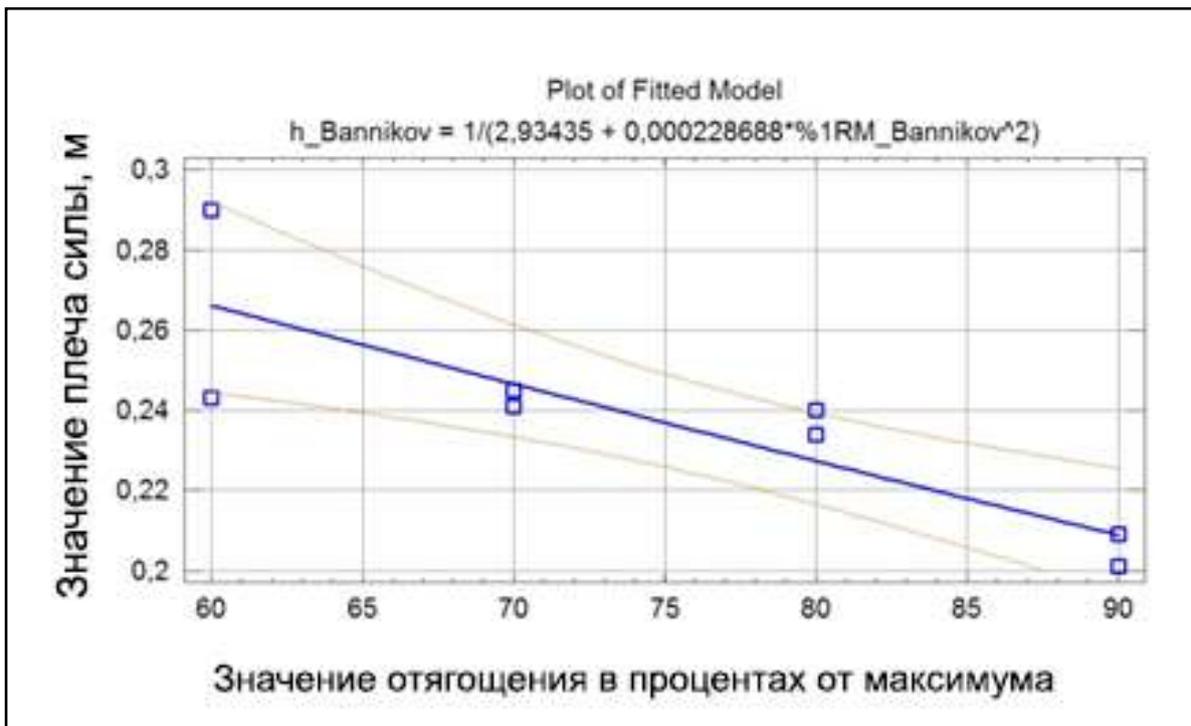


Рис. 3. Уменьшение плеча силы тяжести штанги относительно межпозвонкового диска L3-L4 при возрастании внешней нагрузки

Использование этого технического приема позволяет избежать критических нагрузок на межпозвонковые диски. Однако анализ двигательного действия показывает, что отклонение туловища назад и уменьшение $h_{\text{шт}}$ относительно L3-L4 вызывает увеличение $h_{\text{шт}}$ относительно коленного сустава, а, следовательно, и увеличение нагрузки на мышцы-разгибатели коленного су-

става при вставании из приседа. Если силовой потенциал мышц-разгибателей позвоночника и мышц-разгибателей коленного сустава достаточен, атлет успешно решает сразу две задачи: выполняет подъем из приседа и корректирует критическое давление на L3-L4. Таким образом, необходимым условием срабатывания механизма коррекции давления на межпозвонковые диски и предупреждения травматических явлений является достаточный уровень развития силовых способностей мышц-разгибателей позвоночника и коленного сустава.

Если силовой потенциал мышц-разгибателей коленного сустава недостаточен, атлет наклоняет туловище вперед, уменьшая $h_{шт}$ относительно коленного сустава, снижая этим внешний нагрузочный момент, т.е. создает облегченные условия для работы мышц-разгибателей коленного сустава (рис.4).

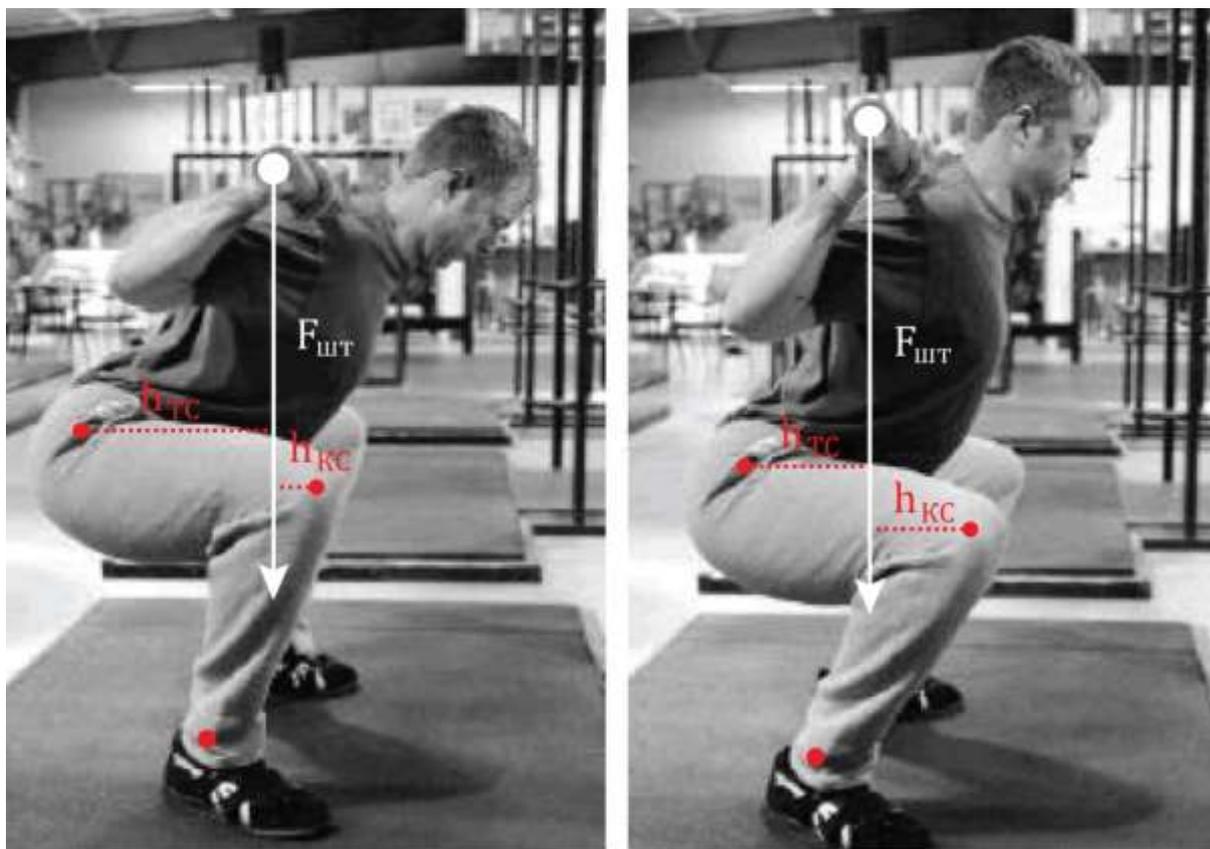


Рис. 4. Изменение плеча силы тяжести штанги относительно коленного и тазобедренного суставов при различном положении туловища

В данном случае атлет пренебрегает опасностью достижения критических значений давления на межпозвонковые диски и получения травмы (напомним, что наклон туловища вперед увеличивает $h_{шт}$ относительно диска L3-L4). Этот вариант приседания со штангой является самым нежелательным, т.к. задача подъема отягощения становится приоритетной по сравнению с задачей профилактики травмы позвоночника. В нашем исследовании таких атлетов было четверо из десяти (рис. 5).

У двоих атлетов увеличение внешней нагрузки не вызывало изменения $h_{шт}$ относительно межпозвонкового диска L3-L4 (рис. 6).

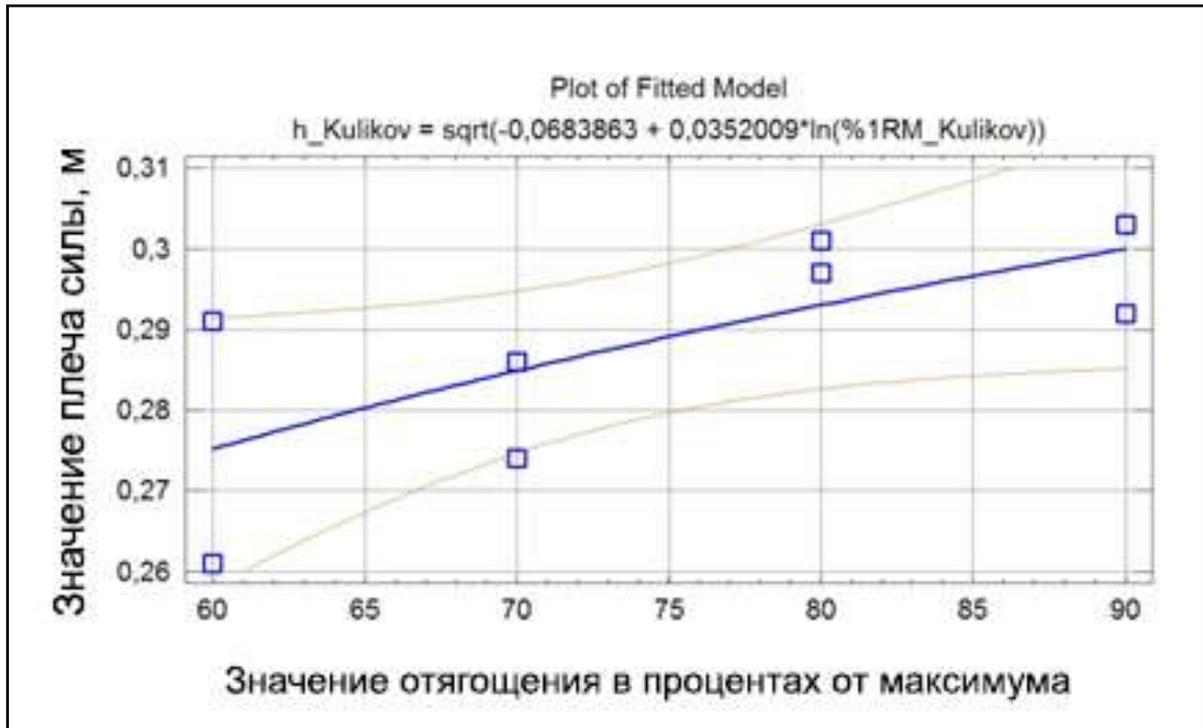


Рис. 5. Увеличение плеча силы тяжести штанги относительно межпозвонкового диска L3-L4 при возрастании внешней нагрузки

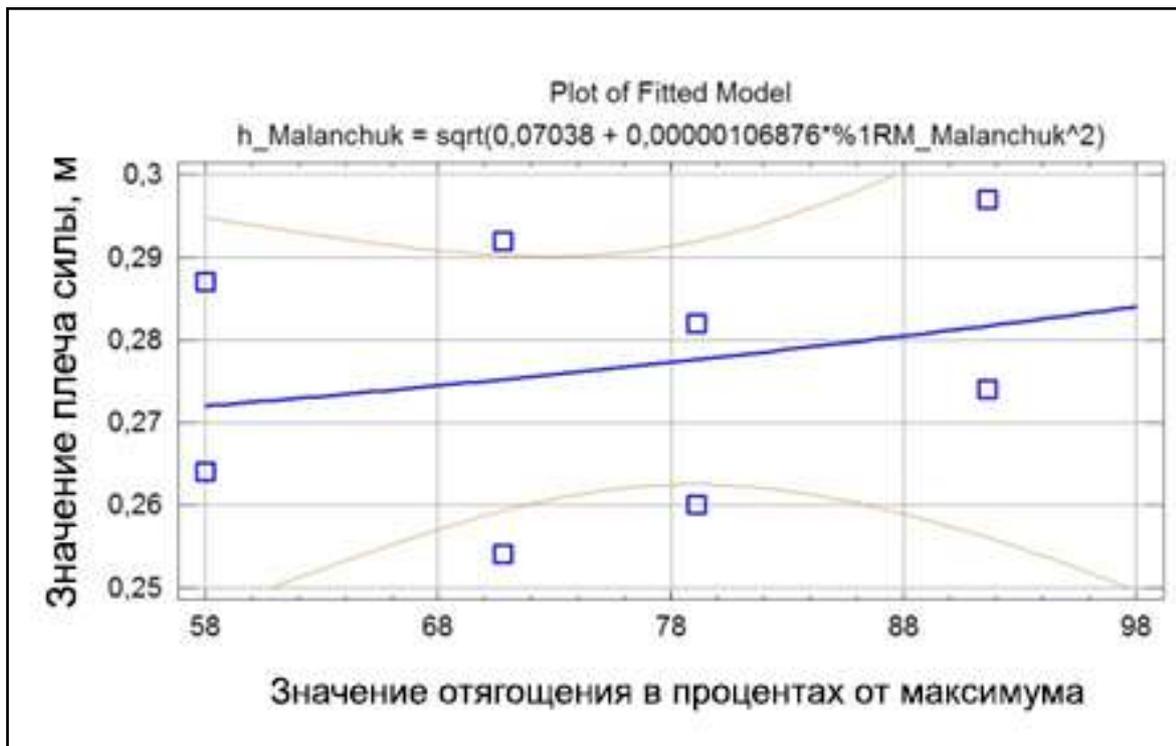


Рис. 6. Сохранение неизменных значений плеча силы тяжести штанги относительно межпозвонкового диска L3-L4 при возрастании внешней нагрузки

Технология предупреждения травм при работе с отягощениями требует, чтобы тренер и атлет владели информацией (желательно срочной) о текущих значениях предельных нагрузок, вызывающих критическое давление на межпозвонковые диски. Разработанная компьютерная программа Spine [4] служит этой цели.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

На основе проведенных исследований можно сформировать следующие практические рекомендации по профилактике травм позвоночника посредством биомеханического моделирования нагрузки:

- Тренер и спортсмен должны владеть информацией о значениях нагрузки на позвоночник и не допускать достижения критических значений. Для этого мы предлагаем воспользоваться данными модельными разработками.
- Для уменьшения давления на позвоночник необходимо уменьшать плечо внешней силы относительно межпозвонкового диска, что достигается отклонением туловища назад.
- Так как при отклонении туловища назад увеличивается плечо внешней силы относительно коленного сустава, необходимо уделить особое внимание развитию силы мышц-разгибателей позвоночника и коленного сустава.

ВЫВОДЫ

1. Выявлены варианты регуляции давления на межпозвонковый диск спортсменами высокой квалификации в зависимости от различного уровня внешнего отягощения.
2. Наиболее благоприятным вариантом коррекции давления на межпозвонковый диск L3-L4 при возрастании внешней нагрузки является уменьшение угла α . Однако реализация этого варианта требует не только высокого уровня силы мышц-разгибателей позвоночника, но и мышц-разгибателей коленного сустава.
3. Наименее благоприятным вариантом регуляции давления на межпозвонковый диск L3-L4 при возрастании внешней нагрузки является увеличение угла α . Реализация этого варианта происходит из-за недостаточного уровня силы не только мышц-разгибателей позвоночника, но и мышц-разгибателей коленного сустава.

ЛИТЕРАТУРА

1. Виноградов Г.П. Атлетизм как национальная идея формирования здорового образа жизни // Теория и практика физической культуры, 2006. – № 10. – С. 55-57.
2. Кичайкина Н.Б., Самсонов Г.А., Талибов А.Х. Механизм коррекции давления на межпозвонковые диски при приседании со штангой в пауэрлифтинге // Труды кафедры биомеханики университета им. П.Ф. Лесгафта.– 2012.– Вып. 6. – С. 14-18.
3. Сазонов В.П. Оценка и выбор физических упражнений на основе учета биомеханических факторов риска повреждения позвоночника: автореф. дис. ... канд. пед. наук. – М., 1989. – 21 с.
4. Самсонов Г.А. Компьютерная программа расчета давления на межпозвонковые диски при выполнении приседания со штангой на плечах // Труды кафедры биомеханики университета им. П.Ф. Лесгафта. – 2012.– Вып. 6. – С. 27-30.
5. Проблемы прочности в биомеханике // учеб. пособие для вузов /Образцов И.Ф., Адамович И.С, Барер А.С. и др. / Под ред. И.Ф. Образцова.– М.: Высшая школа, 1988.– 311 с.
6. Шейко Б.И. Пауэрлифтинг // учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности 022300 «Физ. культура и спорт».– Москва, 2005.– 539 с.