

КОЛИЧЕСТВЕННАЯ УЛЬТРАСОНОМЕТРИЯ В ОЦЕНКЕ ВОЗРАСТНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КОСТНОЙ ПРОЧНОСТИ У ДЕТЕЙ

Самохина Е.О., Щеплягина Л.А., Моисеева Т.Ю.

Научный центр здоровья детей РАМН, Москва

Актуальность: Современные методы рентгеновской денситометрии основаны на четкой связи между степенью поглощения рентгеновских лучей и костной массой, однако в очень небольшой степени отражают структурные изменения, влияющие на прочность кости. К тому же, доступные методы денситометрии кости имеют определенные ограничения для использования у детей. В последние годы за рубежом для оценки костной прочности у детей стали использовать количественную ультрасонометрию (КУС). В основе метода лежит взаимодействие звуковых (т.е. механических) волн с костной тканью, механические свойства которой изменяются при остеопорозе, и, значит, с физической точки зрения этот метод более близок к отражению качества кости по сравнению с рентгеновскими методами. Взаимодействие между ультразвуковыми волнами и костной тканью ведет к изменению скорости звука и к снижению мощности проведения звука. Применительно к методам КУС скоростью звука обычно называют «скорость звука» (Speed of sound-SOS) и измеряют ее в м/с. Показано, что скорость ультразвуковой волны определяется не только содержанием минерала в трабекулах, но также их числом, толщиной и трехмерным расположением. Привлекательность количественной ультрасонометрии для измерения характеристик костной ткани у детей состоит в ее низкой стоимости, портативности, легкости использования, отсутствии ионизирующего излучения. Среди достоинств метода также стоит отметить высокую воспроизводимость и чувствительность. Разработаны различные методы КУС в зависимости от области измерения, типа исследуемой кости и пути проведения звукового сигнала, имеющие различную чувствительность при исследовании компактного и губчатого вещества кости. Однако до настоящего времени нет единой точки зрения о клинической значимости количественной ультрасонометрии. К сожалению, параметры КУС зависят от стольких структурных переменных, которые еще предстоит полностью определить, что очень трудно осмысленно использовать эту информацию на детском контингенте. Однако есть достаточно свидетельств о возможности оценки костной прочности у детей и взрослых этим методом, о высокой корреляции показателя SOS с возрастом, антропометрическими показателями, стадиями полового развития, а также с показателями BMD и толщиной кортикального слоя кости. Требуется дальнейшее изучение метода для решения вопросов об установлении отрезных точек для диагноза, сопоставлении результатов полученных разными методами и их клинической интерпретации.

Установленные связи между методами диагностики остеопороза не настолько сильны, чтобы позволить использовать количественную ультрасонометрию взамен других методов, однако, по мнению многих исследователей, КУС - подходящий метод для скрининга костного здоровья.

Возможность использования КУЗ в клинической практике, как и любого другого метода, зависит от наличия адекватных нормативов, т.е. данных нормальных результатов измерений среди здорового населения отдельно для мужчин и женщин в каждой возрастной группе. Для правильной интерпретации данных костной ультрасонометрии у детей также необходимо знание возрастных изменений изучаемых показателей костной прочности. Во многих зарубежных исследованиях показана необходимость создания национальных референтных баз данных для каждой отдельно взятой страны ввиду имеющихся специфических отличий показателей роста и минерализации скелета. Отсутствие отечественных данных о возрастных показателях, полученных при ультразвуковом исследовании костей, препятствует широкому внедрению метода в педиатрическую практику.

Цель работы: На основе количественного ультразвукового исследования дать оценку возрастных показателей прочности кости у здоровых детей в зависимости от возраста, пола и физического развития.

Материалы и методы: Всего обследовано 634 практически здоровых детей (298 мальчиков и 336 девочек) в возрасте от 3 до 16 лет проживающих в г. Москве и Московской области. Все дети имели средний социальный статус семьи, не отличались по пищевым привычкам и не имели хронических болезней, которые способны нарушить обмен кальция, фосфора и оказать отрицательное влияние на формирование и минерализацию костной ткани. В исследование не включались дети с патологией костно-мышечной системы, хроническими болезнями печени, легких, сахарным диабетом, тиреотоксикозом, синдромом мальабсорбции. Никто из обследованных детей не занимался спортом профессионально. Все дети осматривались педиатром, по показаниям – эндокринологом и другими специалистами. Физическое развитие оценивали по абсолютным значениям длины и массы тела, кроме того, измеряли длину предплечья и голени и окружность конечностей в области измерения прочности кости. Для оценки параметров физического развития длина тела измерялась на ростомере фирмы Salus с точностью до 0,2см, масса тела – на стандартных весах фирмы Salus с точностью до 0,1кг, длина и объем конечности – с помощью сантиметровой ленты с точностью до 0,1см.

Прочность костной ткани исследовалась в дистальном отделе лучевой кости и в середине диафиза большеберцовой кости по скорости прохождения ультразвуковой волны (Speed of sound – SOS, м/с) на ультразвуковом денситометре «Omnisense 7000S» (Sunlight Medical Ltd, Израиль). Методика проведения исследования строго соответствовала инструкции, прилагаемой к прибору. У детей применяли специальный датчик и педиатрическую программу. Показатели SOS сопоставляли с данными референтной базы прибора (с учетом пола и возраста). Для оценки состояния костной ткани использовался Z-критерий, учитывающий разницу между показателями пациента и среднестатистической нормой для здоровых детей этого же возраста и пола. Статистическая обработка полученных данных проведена с применением интегрированного пакета прикладных программ «Statistica 6 для Windows». Применялись методы параметрической и непараметрической статистики. При анализе полученных данных определяли среднюю арифметическую величину (M), среднее квадратическое отклонение (σ), медиану (Me), рассчитывались коэффициент корреляции Спирмена (r), проводился регрессионный анализ. Различия показателей считались значимыми при $p < 0,05$, что принято в медицине и биологии.

Результаты: При анализе показателей количественного ультразвукового исследования дистального отдела лучевой кости установлено, что показатели SOS у обследованных детей отличались вариабельностью (Рис 1. Вариабельность показателей SOS предплечья в зависимости от возраста обследованных детей) и, как правило, были тем выше, чем больше возраст ребенка. Эта особенность не зависела от пола. В целом показатели SOS увеличились с 3 до 16 лет у мальчиков с 3588,2 м/с до 3829,08 м/с или на 6,7%, у девочек уровень SOS увеличился за этот период с 3551,4 м/с до 3978,09 м/с или на 12% (Рис 2. Возрастные показатели скорости прохождения ультразвука (SOS) в дистальном отделе лучевой кости). Выявлено, что у мальчиков значимые прибавки SOS отмечаются с 3 до 5 лет, с 6 до 7 лет, с 11 до 12 лет и с 15 до 16 лет. У девочек существенный прирост SOS отмечен с 3 до 4 лет, с 7 до 8 лет, с 11 до 12 лет и с 13 до 16 лет. Наиболее высокие темпы прибавки SOS у обследованных детей диагностированы с 3 до 4 и с 15 до 16 лет. За период полового созревания SOS увеличивается на 2,2 % у мальчиков, на 5,6 % - у девочек. Средние значения SOS с 14 до 16 лет у девочек достоверно выше, чем у мальчиков. В целом для обследованных детей характерна однонаправленность нарастания длины, массы тела и SOS (Рис 3. Динамика показателей длины тела и скорости прохождения ультразвука (SOS) у обследованных детей (по данным поперечного исследования)). Установлена взаимосвязь SOS предплечья с возрастом ($r=0.4$; $p=0.000$), длиной тела ($r=0.3$; $p=0.000$), массой тела ($r=0.3$; $p=0.000$), длиной предплечья ($r=0.4$; $p=0.000$) и окружностью руки в

измеряемом участке ($r=0.2$; $p=0.000$) (Рис 4. Взаимосвязь SOS с длиной тела (L) и длиной предплечья (Lh)). Выявлена взаимосвязь SOS с длиной тела в 6, 10, 11, 14, 15, 16 лет; с длиной руки в - 6, 10, 11, 13, 14, 15, 16 лет; с окружностью руки – в 14 лет. Показано, что у мальчиков значения SOS взаимосвязаны со всеми изучаемыми антропометрическими показателями в 6 лет, с длиной тела в 11 и 15 лет, массой тела – в 15 лет, с длиной предплечья - в 15 лет. У девочек значения SOS взаимосвязаны с длиной тела в 11 и 14 лет, с длиной руки в 10 и 14 лет.

При анализе показателей КУЗ середины диафиза большеберцовой кости также установлена вариабельность индивидуальных показателей SOS (Рис 5. Вариабельность показателей SOS голени в зависимости от возраста обследованных детей). Эта особенность не зависит от пола. Установлено, что в целом с 3 до 16 лет уровень SOS голени растет у мальчиков с 3527,1 м/с до 3812,55 м/с или на 8%, у девочек – с 3489,83 м/с до 3795,4 м/с или на 8,7% (Рис 6. Возрастные показатели скорости прохождения ультразвука (SOS) в середине диафиза большеберцовой кости). За период полового созревания SOS голени увеличивается на 6,4% у мальчиков и на 5,3% у девочек. Наибольшие темпы увеличения SOS голени отмечаются у мальчиков с 3 до 4 лет, с 6 до 7 лет, с 12 до 13 лет и с 15 до 16 лет, у девочек – с 3 до 4 лет, с 7 до 8 лет и с 12 до 14 лет. Средние значения SOS голени с 10 до 15 лет у девочек выше, чем у мальчиков с достоверным отличием в 14 и 15 лет.

В целом для обследованных детей установлена взаимосвязь SOS голени с возрастом ($r=0.4$; $p=0.000$), длиной тела ($r=0.3$; $p=0.000$), массой тела ($r=0.3$; $p=0.000$), длиной голени ($r=0.3$; $p=0.000$) и окружностью голени в измеряемом участке ($r=0.2$; $p=0.000$) (Рис 7. Взаимосвязь SOS голени с длиной тела (L) и длиной голени (Lf)). Отмечена взаимосвязь показателя SOS предплечья и SOS голени ($r=0.4$; $p=0.000$). Показано, что у мальчиков значения SOS голени взаимосвязаны со всеми изучаемыми антропометрическими показателями в 3 года, в 7 лет (обратная). Показатель SOS голени коррелирует с длиной тела в 5 лет, в 12 лет (обратная), массой тела – в 9 лет (обратная), с окружностью голени в 9 и 16 лет (обратная). У девочек значения SOS голени коррелирует с окружностью голени (обратная) в 5, 8 и 10 лет.

Заключение: Таким образом, количественное ультразвуковое исследование у здоровых детей 3 -16 лет отражает увеличение прочности кости с возрастом и свидетельствует о взаимосвязи показателей SOS с антропометрическими параметрами ребенка.

Список использованной литературы:

1. Кудрявцев П.С. Методы и аппаратура для ультразвуковой денситометрии. //Остеопороз и остеопатии.-1999.-№2.-с.44-47
2. Самохина Е.О., Щеплягина Л.А., Моисеева Т.Ю., Марченко Т.К. Количественное ультразвуковое исследование в оценке возрастных показателей прочности кости у детей.//Педиатрическая фармакология.- 2005. Приложение. Сборник материалов научно-практической конференции педиатров России «Фармакотерапия в педиатрии» Москва, 3-4 октября 2005г.
3. [Barkmann R, Kantorovich E, Singal C, Hans D, Genant HK, Heller M, Gluer CC.](#) A new method for quantitative ultrasound measurements at multiple skeletal sites: first results of precision and fracture discrimination. J Clin Densitom. 2000 Spring;3(1):1-7.
4. [Drake WM, McClung M, Njeh CF, Genant HK, Rosen C, Watts N, Kandler DL.](#) Multisite bone ultrasound measurement on North American female reference population. J Clin Densitom. 2001 Fall;4(3):239-48.
5. [Eliakim A, Nemet D, Wolach B.](#) Quantitative ultrasound measurements of bone strength in obese children and adolescents. J Pediatr Endocrinol Metab. 2001 Feb;14(2):159-64.
6. [Falk B, Sadres E, Constantini N, Eliakim A, Zigel L, Foldes AJ.](#) Quantitative ultrasound (QUS) of the tibia: a sensitive tool for the detection of bone changes in growing boys. J Pediatr Endocrinol Metab. 2000 Sep-Oct;13(8):1129-35.
7. Gluer С.С.Роль количественной ультразвуковой денситометрии в диагностике остеопороза.//Остеопороз и остеопатии.-1999.- №3.-с.33-39
8. Hans D., Farpour-Lambert N. Bone mass measurement in children – QUS: Pros and cons. // J Bone 2005, Volume 36, S11
9. [Hayman SR, Drake WM, Kandler DL, Olszynski WP, Webber CE, Rosen CJ, Genant HK, Orwoll ES, Pickard LE, Adachi JD.](#) North American male reference population for speed of sound in bone at multiple skeletal sites. J Clin Densitom. 2002 Spring;5(1):63-71.
10. [Lequin MH, van Rijn RR, Robben SG, Hop WC, van Kuijk C.](#) Normal values for tibial quantitative ultrasonometry in caucasian children and adolescents (aged 6 to 19 years). Calcif Tissue Int. 2000 Aug;67(2):101-5.
11. [Lequin MH, van Rijn RR, Robben SG, Hop WC, Dijkhuis S, Fijten MM, Meijer LA, van Kuijk C.](#) Evaluation of short-term precision for tibial ultrasonometry. Calcif Tissue Int. 1999 Jan;64(1):24-7.
12. [Njeh CF, Saeed I, Grigorian M, Kandler DL, Fan B, Shepherd J, McClung M, Drake WM, Genant HK.](#) Assessment of bone status using speed of sound at multiple anatomical sites. Ultrasound Med Biol. 2001 Oct;27(10):1337-45.

13. [van Rijn RR, van der Sluis IM, Lequin MH, Robben SG, de Muinck Keizer-Schrama SM, Hop WC, van Kuijk C](#). Tibial quantitative ultrasound versus whole-body and lumbar spine DXA in a Dutch pediatric and adolescent population. *Invest Radiol*. 2000 Sep;35(9):548-52.
14. Schonau E. Problems of bone analysis in childhood and adolescence.// *J Pediatr Nephrol*. 1998 Jun;12(5):420-9.
15. [Schoenau E, Neu CM, Rauch F, Manz F](#). The development of bone strength at the proximal radius during childhood and adolescence. *J Clinical Endocrinology& Metabolism* 2001 Feb;86(2):613-8.
16. Specker BL, Schoenau E. Quantitative bone analysis in children: current methods and recommendations.//*J Pediatr*. 2005 Jun;146(6):726-31.
17. Zadik Z, Price D, Diamond G. Pediatric reference curves for multi-site quantitative ultrasound and its modulators.// *Osteoporos Int*. 2003 Oct;14(10):857-62

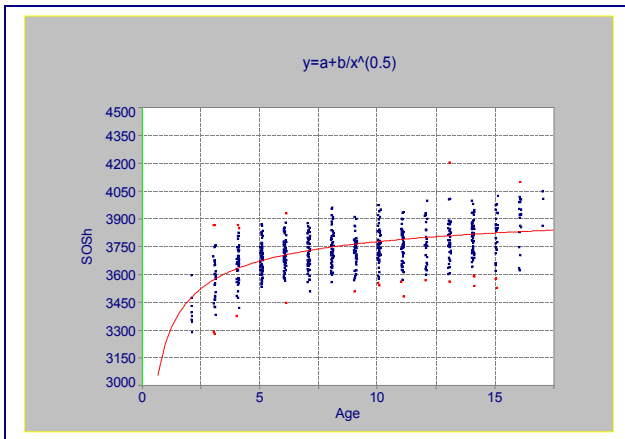


Рис 1. Вариабельность показателей SOS предплечья в зависимости от возраста обследованных детей

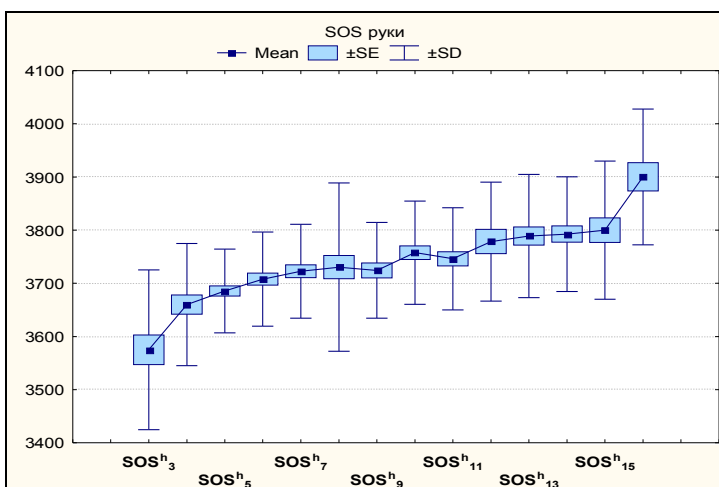


Рис 2. Возрастные показатели скорости прохождения ультразвука (SOS) в дистальном отделе лучевой кости



Рис 3. Динамика показателей длины тела и скорости прохождения ультразвука (SOS) у обследованных детей (по данным поперечного исследования)

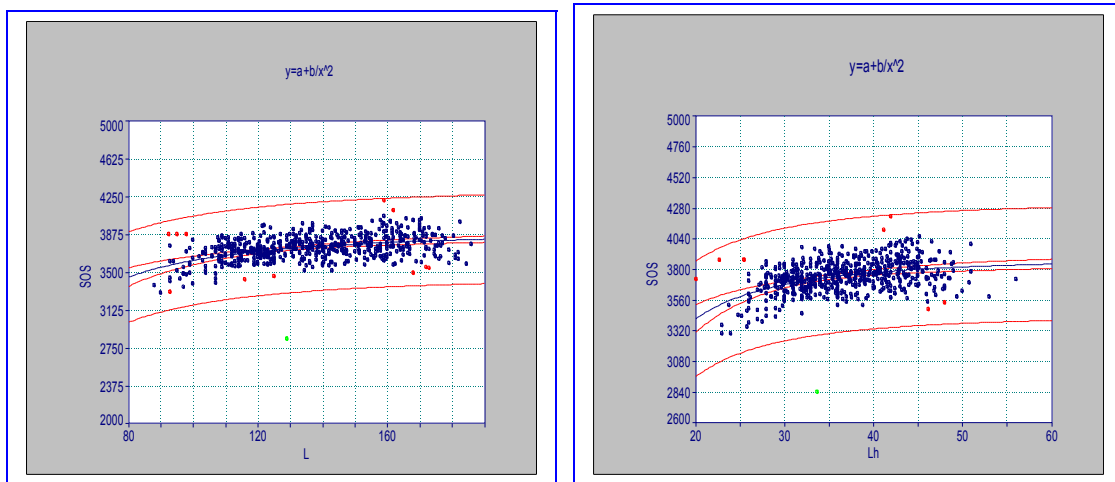


Рис 4. Взаимосвязь SOS предплечья с длиной тела (L) и длиной предплечья (Lh)

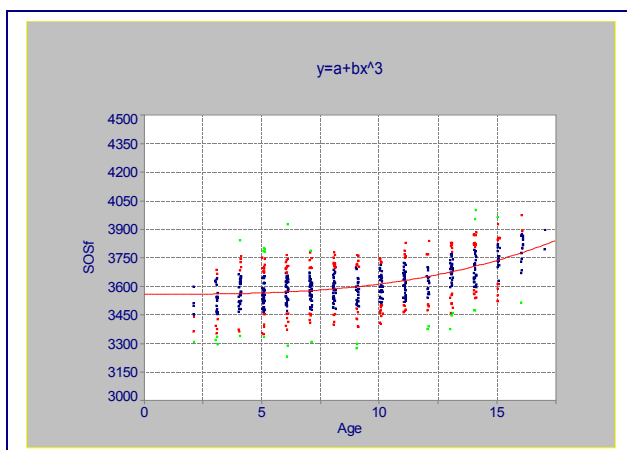


Рис 5. Вариабельность показателей SOS голени в зависимости от возраста обследованных детей

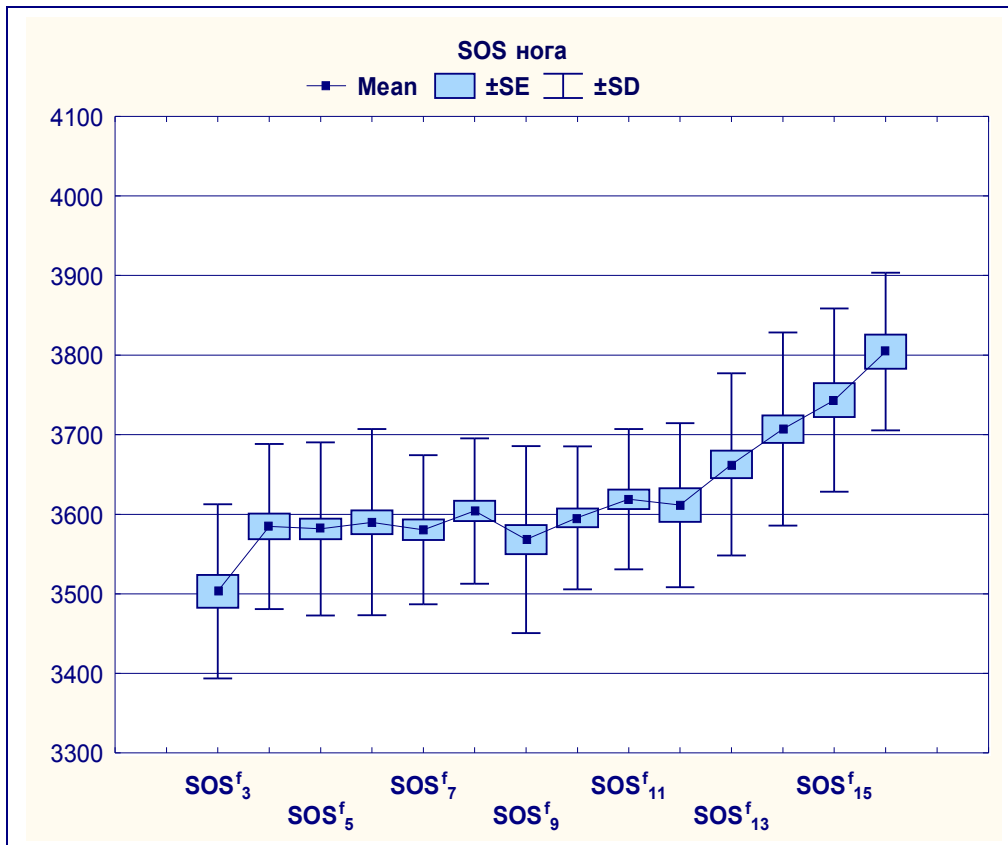


Рис 6. Возрастные показатели скорости прохождения ультразвука (SOS) в середине диафиза большеберцовой кости

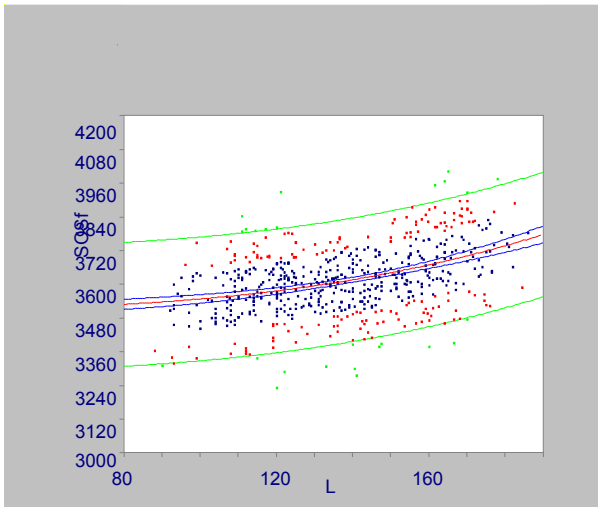
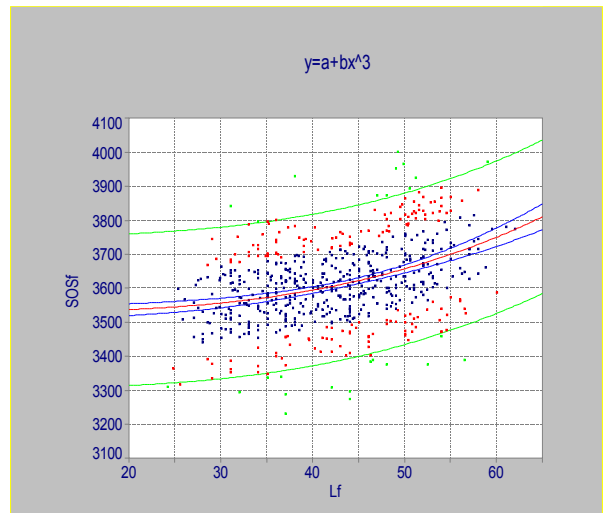


Рис 7. Взаимосвязь SOS голени с длиной тела (L) и длиной голени (Lf)