



# . . . **БИОМЕХАНИКА**

УДК 616.727.2-008.64-02-091-092-089.2

## **МЕХАНИЗМЫ СТАБИЛИЗАЦИИ ПЛЕЧЕВОГО СУСТАВА** (Обзор литературы).

*А. Тяжелов*

Харьковский НИИ ортопедии и  
травматологии им. проф. М.И.Ситенко

Анатомические особенности строения обеспечивают плечевому суставу амплитуду движений, превышающую таковую любого другого сустава человека. Это требует в свою очередь особого аппарата стабилизации.

Стабильность плечевого сустава принято рассматривать в двух аспектах - динамическом и статическом, хотя эти понятия в значительной мере условны. Однако все механизмы, связанные с пассивной стабилизацией - костная архитектура, работа сумочно-связочного аппарата - относят к факторам статической стабилизации, тогда как все, что связано с активным мышечным фактором считают динамической стабилизацией.

**КОСТНАЯ АРХИТЕКТУРА.** Конгруэнтность суставных концов лопатки и плечевой кости обеспечивается главным образом за счет суставного хряща, фиброзно-хрящевой губы лопатки [34,39]. Обычно величина суставной впадины много меньше поверхности головки плечевой кости, следовательно, у головки плечевой кости появляется потенциальная возможность не только «скольжения-вращения», как это наблюдается в блоковидных суставах (в локтевом или голеностопном), но и «скольжения-сдвига». Этому в определенной мере может способствовать *отрицательное внутрисуставное давление*, вернее тот присасывающий эффект, подтвержденный экспериментально [32,33], который имеет место в результате разности атмосферного и внутрисуставного давлений [4] при движениях плеча. Следовательно, на стабильность плечевого сустава будут влиять и такие факторы, как объем капсулы сустава, соединение его полости с другими образованиями, такими, как подакромиальная bursa, сухожильное влагалище длинной головки *m.biceps brachii*, так как при изменении этих параметров разность давлений может существенно меняться, что в свою очередь повлияет на стабильность. Этот присасывающий

эффект, появляющийся вследствие разности атмосферного и внутрисуставного давлений, описанный в литературе как своеобразный механизм стабилизации плечевого сустава, иногда называют феноменом внутрисуставной когезии. Безусловно, форма суставных концов, их размеры и конгруэнтность будут влиять на работу этого механизма стабилизации плечевого сустава. Многие авторы [8,10,45] в своих работах обращают внимание на различную форму суставных концов плечевой кости и лопатки. Отмечают три разновидности соотношений этих образований. В первом случае радиус суставной поверхности головки плеча меньше радиуса суставной впадины лопатки, в другом случае - радиус суставной поверхности головки плеча больше радиуса суставной впадины и, наконец, в третьем - эти радиусы равны. При обычной физиологической деятельности имеющиеся несоответствия компенсируются другими анатомическими образованиями - фиброзной губой лопатки, функцией сумочно-связочного аппарата и координированной работой мышц. Сустав в процессе работы остается стабильным, однако оптимальный стабилизирующий эффект вследствие разности атмосферного и внутрисуставного давлений будет иметь место только тогда, когда радиусы суставных поверхностей проксимального отдела плечевой кости и лопатки равны, другими словами, поверхности совершенно конгруэнтны.

**СВЯЗОЧНЫЙ АППАРАТ ПЛЕЧЕВОГО СУСТАВА.** Капсуле сустава с укрепляющими ее связками придают особое значение в стабилизации плечевого сустава. С одной стороны, ее строение не отличается от такового многих других суставов: капсула плечевого сустава содержит синовиальную и фиброзную оболочку, образует замкнутое синовиальное пространство и укреплена связками. Но, с другой стороны, капсула плечевого сустава имеет уникаль-

ные особенности строения. Одной из таких особенностей фиброзной капсулы является ее взаимосвязь с вращательной манжетой плеча, инсерционный аппарат которой сливается с фиброзной частью капсулы сустава. Вращательную манжету образуют подлопаточная мышца спереди, надостная — сверху, подостная и малая круглая — сзади. Мышцы, составляющие вращательную манжету плеча, берут свое начало на лопатке и заканчиваются в области большого и малого бугорков плечевой кости, где интимно сливаются с фиброзной капсулой сустава, в результате чего верхняя часть капсулы плечевого сустава натянута, тогда как нижний отдел сустава свободен и собран в складки. Это дает свободу движений головке плеча, однако требует особого аппарата стабилизации, который можно назвать второй уникальной особенностью капсулы плечевого сустава. Дело в том, что связочный аппарат плечевого сустава представлен по сути единственной связкой, расположенной на поверхности сустава, — коракоплечевой, которая, располагаясь между подлопаточной и надостной мышцами, как бы дополняет вращательную манжету плеча с которой она связана более тесно. Тормозящее действие этой связки зависит главным образом от флексии и наружной ротации плеча.

Остальные связки плечевого сустава являются утолщениями капсулы и снаружи не определяются. Их особенностью является асимметричное расположение и кривой ход волокон, спиралевидно огибающих спереди головку плечевой кости. Не вдаваясь в подробное описание верхней, средней и нижней гленомеральных связок, отметим лишь, что капсульно-связочный комплекс имеет важное значение для ограничения сдвиговых смещений при движениях плеча. Исследования стабилизирующих механизмов переднего отдела капсулы плечевого сустава [53, 55] начинаются с классической работы Townley [52].

Poppen и Walker [41,42], а позже Howell [23] нашли, что в норме существуют незначительные перемещения головки плечевой кости относительно суставной впадины кзади при сгибании и отведении плеча, и связали этот механизм с работой *сумочно-связочного аппарата*, а именно — с натяжением передненижнего отдела капсулы сустава. Рассматривая строение этого компонента пассивной стабилизации сустава, следует отметить, что связочный комплекс, укрепляющий суставную сумку в ее передненижнем отделе, имеет спиралевидное направление и расположен асимметрично таким образом, что при отведении и наружной ротации волокна связки, огибающие спереди головку плечевой кости, “скручиваются”, обес-

печивая тормозящее действие, стремясь ротировать головку плеча внутрь, одновременно сдвигая ее кзади, реализуя таким образом механизм “обратного сдвига”. В работе Hagguman [18] экспериментальным путем доказано наличие заднего смещения головки плеча при отведении, сгибании и наружной ротации плеча в суставе с неповрежденными связками и капсулой сустава. При укреплении заднего отдела капсулы сустава без уменьшения общего объема суставной сумки автор отмечал переднюю дислокацию головки плеча при движениях. Эти наблюдения убедительно показывают, что для стабилизации плечевого сустава имеет значение не только целостность структур сумочно-связочного аппарата, но и определенные соотношения длины ее переднего и заднего отделов и силы их натяжения.

Подобный же феномен описан относительно вертикального перемещения головки плечевой кости [20,38].

Мнение о том, что функциональное удлинение капсулы сустава и связок плечевого сустава является главной причиной нестабильности у лиц с избыточной растяжимостью связок (laxity), высказывал Townley [52], считая, что это может иметь врожденный характер. Клинические работы Neer [36], Hawkins [19] подтвердили теоретическое обоснование роли капсулы и связок в стабилизации плечевого сустава. Этими клиническими работами практически определен особый тип патологии плечевого сустава - многоплоскостная нестабильность, заболевание, плохо поддающееся известному хирургическому лечению [47,51]. Неудачи в лечении этого типа нестабильности плечевого сустава при использовании таких операций как методики Bankart, Putti-Platt, Bristow-Laterjet, Magnuson-Stack и др. порой достигают 50 % (Hawkins [19]) Предложенный Neer [36] способ передненижней капсулопластики весьма эффективен, видимо, именно вследствие восстановления нормальных соотношений протяженности и натяжения переднего и заднего отделов капсулы сустава.

Нарушением этого механизма «обратного сдвига» легко объясняется смещение головки плеча кпереди при наружной ротации конечности в случаях передней нестабильности сустава, что подтверждает роль капсулы для стабилизации плечевого сустава. Обнаруженные в толще капсулы нервные рецепторы [13, 14, 26, 27] играют роль регуляторов мышечного ответа. Реагируя на степень натяжения переднего отдела капсулы сустава, эти механорецепторы (тельца Pacini) регулируют степень напряжения мышц, что получило название механизма “обратной связи”. Это понятие меха-

низма «обратной связи» необходимо рассматривать шире, так как сюда следует отнести и обнаруженное при сложных движениях в плечевом суставе определенное соотношение между усилиями, развиваемыми мышцами-антагонистами при изометрическом их сокращении [50]. Авторы определили соотношение усилий мышц-антагонистов при сгибании как 7,5:1, а при разгибании - как 3,7:1 и нашли, что эти соотношения зависят от угла отведения в плечевом суставе и имеют максимальные значения при 90° отведения.

Ноук [21], исследуя влияние скорости растяжения мышцы (в эксперименте) на механизм торможения движений (рефлекс растяжения, аналогичный ахилловому, коленному и др.), доказал, что при медленной скорости растяжения тормозящие силы выражены больше, а при быстрых скоростях они менее выражены. Данными экспериментами авторы показали различные проявления механизма «обратной связи», приблизились к пониманию механогенеза некоторых патологических состояний [56], например, острого травматического вывиха плеча, или аналогичной ситуации при эпилепсии, когда резкое некоординированное мышечное усилие, не встречая соответствующего сопротивления мышц-антагонистов, приводит к дислокации головки плеча. Нарушением механизма «обратной связи» легко объясняют и повторные вывихи плеча при нестабильности.

В качестве еще одного механизма стабилизирующего действия сумочно-связочного аппарата плечевого сустава предложена так называемая модель "гамака" [37], которая рассматривает нижний отдел капсулы сустава с нижней гленогумеральной связкой как своеобразный поддерживающий комплекс. При абдукции этот комплекс, натягиваясь, плотно охватывает нижний полюс головки плечевой кости. Сухожилие длинной головки двуглавой мышцы плеча, прочно фиксированное в межбугорковой борозде, являясь контрагентом указанного поддерживающего комплекса, дополнительно стабилизирует сустав при отведении конечности, не ограничивая подвижности в нем [17,54].

Не стоит, однако, преувеличивать значение сумочно-связочного комплекса, так как самостоятельно связки вряд ли могут обеспечить стабильность сустава при тех нагрузках, которые появляются при движениях верхней конечности. Reeves [44] показал, что прочность прикрепления связок значительно меньше силы, развиваемой подлопаточной мышцей. Аналогичные данные опубликованы Weber [55]. Механизмы пассивной стабилизации в

свою очередь имеют тесную связь с активными стабилизирующими механизмами [24,28,40,43], что делает функционально неделимым понятие активно-пассивной стабилизации плечевого сустава.

По всей видимости, в нормально функционирующем плечевом суставе человека феномен «скольжение-сдвиг» настолько незначителен, благодаря координированной работе мышц плечевого пояса (т.е. благодаря *динамической стабилизации*) [15,25], что практически им пренебрегают. Действительно, трудно представить себе работу плечевого сустава без постоянного мышечного контроля, необходимого для обеспечения стабилизации суставных поверхностей в любой момент движения и при любом положении суставных поверхностей.

**МЫШЕЧНО-ИНСЕРЦИОННЫЙ АППАРАТ** плечевого сустава имеет весьма важное значение для функции плечевого сустава. Он не только обеспечивает активные движения в суставе, но также играет решающую роль в стабилизации сустава. С этой точки зрения, существенным представляется вопрос о типе прикрепления мышц. П.Ф.Лесгафт [7] и другие анатомы различали два типа прикрепления мышц к кости. Первый – мышечный, характеризующийся отсутствием или слабо выраженным сухожилием. При этом типе прикрепления мышечные волокна фиксированы непосредственно к надкостнице; прочность такого соединения невелика, но, с другой стороны, повреждения инсерционного аппарата при таком типе прикрепления редко бывают полными. Второй тип (*miointertio*) отличается хорошо развитой сухожильной частью, которая прикрепляется к кости. Прочность такого соединения высока, однако отрывы сухожильной части мышцы от места прикрепления нередко бывают полными, что резко нарушает стабильность сустава. При мышечном типе прикрепления расположенная под мышцей капсула сустава более тонка и легко отделяется от мышцы, при сухожильном же типе сухожильные пучки вплетаются в капсулу сустава, и отделить эти образования друг от друга практически невозможно. Эти положения касаются непосредственно прилежащих к капсуле плечевого сустава мышц вращательной манжеты плеча: надостной, подостной, малой круглой и подлопаточной.

Обеспечивая выполнение всевозможных движений в плечевом суставе, мышцы, по-разному выражению Л.П.Николаева [9], являются «активными связками», стабилизирующими сустав. П.Ф.Лесгафт указывал, что мышечное равновесие, определяет правильные соотношения в суставе. Функция мышц являет-

ся мощным формообразующим фактором, оказывающим непосредственное влияние на развитие и строение всех элементов сустава.

Изучению проблем плечевого сустава, связанных с нарушением функции мышц, посвящено немало работ [11,16,30,35]. Важное значение в стабилизации сустава при этом отводят мышцам вращательной манжеты, дельтовидной и двуглавой мышце плеча [1,2,5]. Многие авторы считают основным активным стабилизатором плечевого сустава подлопаточную мышцу [6,22,48]. Однако невозможно рассматривать работу мышцы без учета ее инсерционного аппарата так как эффективность работы мышцы в конечном итоге зависит от степени ее сокращения или от сближения точек прикрепления. А в этом случае мы снова вынуждены вернуться к особенностям костной архитектуры, в частности к осевым соотношениям проксимального отдела плеча и суставной впадины. Ведь именно эти особенности, имеющие множество анатомических вариантов, могут оказывать немаловажное влияние на согласованную работу мышц, изменяя моменты сил. Ротация проксимального отдела плечевой кости проекционно меняет длину плеча приложения силы, меняет и направление действия силы и распределение сил при контакте суставных поверхностей, что реально влияет на стабильность сустава, как это неоднократно отмечалось в клинических исследованиях [29,31,49].

Наиболее цитируемой работой, посвященной изучению стабилизирующих механизмов плечевого сустава и особенностей патогенеза нестабильности, является фундаментальное исследование Saha [46], в котором автор рассматривает вопросы динамической и статической стабилизации сустава, в том числе и влияния ретроторсии проксимального отдела плечевой кости на состояние сустава. Автор, од-

нако, считает ретроторсию проксимального отдела плечевой кости фактором, негативно влияющим на стабильность сустава. Рассматривая его стабильность в положении отведения и наружной ротации, автор считает ретроверсию суставной впадины естественным механическим фактором стабилизации за счет переднего костного упора головки плеча в край суставной впадины. Наклон впадины кзади и сочетанная работа мышечного аппарата, по мнению автора, компенсируют «парадоксальную» ретроторсию проксимального отдела плеча.

Изучение торсионного компонента развития сустава в последнее время привлекает все большее число ортопедов [3,12,30,49]. Исследования функции сумочно-связочного аппарата плечевого сустава при различной выраженности торсии проксимального отдела плечевой кости выяснило стабилизирующую роль торсии проксимального отдела плеча. Оптимальная величина торсии составляет 20-35°, меньшая величина ее является фактором, предрасполагающим к развитию передней нестабильности, а большая – к развитию задней нестабильности плечевого сустава. Это позволило рассматривать данный феномен как своеобразный механизм стабилизации плечевой кости. (Эта работа отмечена первой премией SICOT-SIROT AWARD на 20-м Всемирном конгрессе SICOT, Амстердам, 1996)<sup>1</sup>. Стабилизирующий эффект, названный механизмом “торсионной редукции”, дополняет наши представления о сложности и взаимосвязи стабилизирующих механизмов плечевого сустава.

---

<sup>1</sup> А.Тязжелов. “Le mecanisme de la reduction de la torsion est un nouveau mecanisme de la stabilisation de l’articulation scapulo-humerale” /SICOT-SIROT Award. //SICOT Newsletter, October,1996. – № 42. – P.6. (рукопись)

#### Литература.

1. Ахмедзянов Р.Б. Функциональная анатомия мышц плечевого пояса применительно к привычному вывиху плеча // Куйбыш. ортопедии 25.- Куйбышев.-1973. - С. 39-41.
2. Вайнштейн В.Г. О роли мышц, укрепляющих плечевой сустав человека.// Арх. анат. гистол. и эмбриол. - 1983. - Т. 85. - вып. 9. - С. 79-81.
3. Василевский Н.Н., Тяжелов А.А. Некоторые предпосылки применения операции Саха-Вебера при передней нестабильности плечевого сустава //Ортоп. травмат. и протезир. - 1991. -№ 5 . - С. 7-10.
4. Гаджиев М.М. Состояние внутрисуставного давления при привычном вывихе плеча //Ортопед., травмат. и протезир. - 1976. - №. 12. - С. 55-56.
5. Гиммельфарб А.Л., Янковская А.Н. О патогенезе, диагностике и лечении привычного вывиха

плеча //Ортоп., травмат. и протезир. - 1970. -№5. - С. 61-65.

6. Криницкий Я.М. О значении вариантов подлопаточной мышцы в генезе вывихов и переломов плеча //Тр.Казанского НИИТО. - Казань. - 1948. - Т. 1. - С. 106-115.

7. Лесгафт П.Ф. Анатомия мышечной системы. - М.-Л.:Физкультура и спорт,1933. - 444 с.

8. Матисон Ю.А. Биомеханические аспекты восстановительной хирургии при застарелых вывихах плечевой кости // Медицинская биомеханика. - Рига. - 1986. - Т. 2.- С. 354-359.

9. Николаев Л.П. Руководство по биомеханике в применении к ортопедии, травматологии и протезированию. - Киев: Гос. мед. изд-во УССР, 1947. - часть I. - 315с.

10. Лечение привычного вывиха плеча. / Черкес-Заде Д.И., Берглезов М.А., Азизов М.Ж. с соавт. - Батуми, 1991. - 220 с.
11. Brostrom L-A., Kronberg M., Nemeth G. Muscle Activity During Shoulder Dislocation //Acta orthop Scand. - 1989. - Vol. 60. - P. 639-41.
12. Brostrom L-A., Kronberg M., Soderlund V. Surgical and Methodological Aspects of Proximal Humeral Osteotomy for Stabilization of the Shoulder Joint //J. Shoulder Elbow Surg. - 1993. - № 2. - P. 93-98.
13. Ecklund G., Skoglund S. On the Specificity of the Ruffini Like Joint Receptors //Acta Physiol. Scand. - 1970. - Vol. 49. - P. 184-191.
14. Freeman M.A.R., Wyke B.D. Articular Contribution to Limb Muscle Reflexes. I. An Electromyographic Study of the Ankle Joint Mechanoreceptors upon Reflex Activity in the Gastrocnemius Muscle of the Cat //J. Physiol. (Lond). - 1964. - Vol. 171. - P. 20-21.
15. Glousman R., Jobe F., Tibone J. et al. Dynamic Electromyographic Analysis of the Throwing Shoulder with Glenohumeral Instability //J. Bone Jt Surg. - 1994. - Vol. 70-A. - № 2. - P. 220-227.
16. Gore D.R. et al. Shoulder Muscle Strength and Range of Motion Following Surgical Repair of Full Thickness Rotator Cuff Tears //J. Bone Jt Surg. - 1986. - Vol. 63-A. - № 2. - P. 266-273.
17. Habermeyer P., Wiedemann E., Kreuzer T., Brunner U., Kaiser E. Anatomical and Electrophysiological Evaluation of Stabilising Mechanism of the Long Head of the Biceps Brachii // Biomechanic der Gesunder und Kranker Schulter. - Thieme, Stuttgart, 1985. - P.66-70.
18. Harryman D.T., Sidles J.A., Clark J.M. et al. Translation of the Humeral Head on the Glenoid with Passive Glenohumeral Motion //J. Bone Jt Surg. - 1990. - Vol. 72-A. - № 9. - P. 1334-1343.
19. Hawkins R.H., Hawkins R.J. Failed Anterior Reconstruction for Shoulder Instability //J. Bone Jt Surg. - 1985. - Vol. 67-B. № 5. - P. 709-714.
20. Helmig P., Sojerg J.O., Kjaersgaard-Anderson P., Nielsen S., Ovesen J. Distal Humeral Migration as a Component of Multidirectional Shoulder Instability //Clin Orthop. - 1990. - Vol. 252. - P. 139-143.
21. Houk J. Contribution of Velocity Feedback to the Damping of Movement //Proc. 7th Annu. Conf. IEEE/Eng. Med. and Biol. Soc. - Chicago. - 1985. - Vol. 1. - P. 300-301.
22. Howell S.M., Imobersteg A.M., Serger D.H., Marone P.J. Clarification of the Role of the Supraspinatus Muscle in Shoulder Function //J. Bone Jt Surg. - 1986. - Vol. 68-A. - № 2. - P. 398-404.
23. Howell S.M., Galinat B.J., Renzi A.J. et al. Normal and Abnormal Mechanics of the Glenohumeral Joint in Horizontal Plane //J. Bone Jt Surg. - 1988. - Vol. 70-A. - № 2. - P. 227-233
24. Inman V.T., Saunders J.C., Abott L.C. Observations of the Function of the Shoulder Joint //J. Bone Joint Surg. - 1944. - Vol. 26-A. - № 1. - P. 1-30.
25. Itoi E., Newman R.S., Kuechle K.D., Morrey B.F. Dynamic Anterior Stabilisers of the Shoulder with the Arm in Abduction //J. Bone Jt Surg. - 1994. - Vol. 76-B. - № 5. - P. 834-836.
26. Jerosch J., Castro W.H.M., Grossehackmann A., Clahsen H. Role of the Glenohumeral Ligaments in Acute Protection Of Shoulder Stability //Z. Orthop. GR. - 1995. - Vol. 133. - № 1. - P. 67-71.
27. Jerosch J., Steinbeck J., Clahsen H., et al. Function of the Glenohumeral Ligaments in Active Stabilisation of the Shoulder Joint //Knee Surg., Sports. Traumatol., Arthroscopy. - 1993. - Vol. 1. - № 3/4. - P. 152-158.
28. Jobe F.W. Unstable Shoulder in Athlete //Instr. Course Lect. - 1985. - Vol. 34. - P. 228-231.
29. Kronberg M., Brostrom L-A., Posch E. Stability in Relation to Humeral Head Retroversion After Surgical Treatment of Recurrent Anterior Shoulder Dislocation // Orthopedics. - 1993. - Vol. 16. - P. 281-285.
30. Kronberg M., Brostrom L-A., Soderlund V. Retroversion of the Humeral Head in the Normal Shoulder and its Relationship to the Normal Range of Motion // Clin. Orthop. - 1990. - Vol. 253. - P. 113-7.
31. Kronberg M., Brostrom L-A. Rotation Osteotomy of the Proximal Humerus to Stabilise the Shoulder //J. Bone Jt Surg. - 1995. - Vol. 77-B. - №6. - P.924-927.
32. Kumar V.P., Balasubramaniam P. The Role of Atmospheric Pressure in Stabilising the Shoulder. An Experimental Study //J. Bone Jt Surg. - 1985. - Vol. 67-B. - № 5. - P. 719-721
33. Levick J.R. Joint Pressure-Volume Studies: Their Importance, Design and Interpretation //J. Rheumatol. - 1983. - № 10. - P. 353-357.
34. McGlynn F.J., Caspari R.B. Arthroscopic Finding in the Subluxing Shoulder //Clin. Orthop. - 1984. - Vol. 183. - P. 173-178.
35. Murray M.P. et al. Shoulder Motion and Muscle Strength of Normal Men and Women in Two Age Groups //Clin. Orthop. rel. Res. - 1985. - №195. - P.268-278.
36. Neer C.S., Foster C.R. Inferior Capsular Shift for Involuntary Inferior and Multidirectional Instability of the Shoulder. A Preliminary Report //J. Bone Jt Surg. - 1980. - Vol. 62-A. - № 6. - P. 897-908.
37. O'Brien S.J., Neves M.C., Arnoczky S.P., Rozbruch S.R. et al. The Anatomy and Histology of the Inferior Glenohumeral Ligament Complex of the Shoulder //Am. J. Sports Med. - 1990. - Vol. 18. - P. 449-456.
38. Ovesen J., Sojbjerg J.O. Transposition of Coracoacromial Ligament to Humerus in Treatment of Vertical Shoulder Joint Instability //Arch. Orthop. Trauma. Surg. - 1987. - Vol. 106. - P. 323-326.
39. Pappas A.M., Goss T.P., Kleinman P.K. Symptomatic Shoulder Instability due to Lesions of the Glenoid Labrum //Am. J. Sports Med. - 1983. - № 11. - P. 279-288.
40. Perry J. Anatomy and Biomechanics of the Shoulder Throwing, Swimming, Gymnastics and Tennis // Clin. Sports Med. - 1983. - Vol. 2. - P. 247-270.
41. Poppen N.K., Walker P.S. Forces at the Glenohumeral Joint //Clin. Orthop. - 1978. - Vol. 135. - P. 165-170
42. Poppen N.K., Walker P.S. Normal and Abnormal Motion of the Shoulder //J. Bone Jt Surg. - 1976. - Vol. 58-A. - № 3. - P. 195-201.
43. Post M. The Shoulder - Surgical and Non-Surgical Treatment.- Lea & Febiger, Philadelphia, 1978.
44. Reeves B. Experiments on the Tensile Strength of the Anterior Capsular Structures of the Shoulder in Man //J. Bone Joint Surg. - 1968. - Vol. 50-B. - №3. - P. 858-865.
45. Rockwood C.A., Matsen F.A. The Shoulder. - Saunders, Philadelphia. - 1990. - 320 p.

46. Saha A.K. Treatment of Anterior Recurrent Dislocation of the Shoulder. Past, Present and Future // 11-th Congres SICOT. - Mexico. - 1969. - P.173-184.

47. Saikku K., Partio E.K., Patiala H. Boychev's Procedure In Anterior Shoulder Instability //Acta orthop. Scandin. - 1990. - Vol. 61. -[Suppl. 239]. - P.8.

48. Simeonides P.P. The Significance of the Subscapularis Muscle in the Pathogenesis of Recurrent Anterior Dislocation of the Shoulder //J. Bone Jt Surg. - 1972. - Vol. 54-B. - № 3. - P. 476-483.

49. Simeonides P.P., Hatzokos I., Hristoforides J., Pournaras J. Humeral Head Torsion in Recurrent Anterior Dislocation of the Shoulder //J. Bone Jt Surg. - 1995. - Vol. 77-B. - № 5. - P. 687-690.

50. Solomonow M., Guzzi A., Baratta R. et al. Determination of the Feed Forward Controller Gain of a Joints Antagonistic Muscle Pair //Proc. 7th Annu. Conf. IEEE/ Eng. Med. And Biol. Soc.. - Chicago, - 1985. - Vol. 1. - P. 304-307.

51. Tivon J., Ting A. Capsulorrhaphy with a Staple for Recurrent Posterior Subluxation of the Shoulder // J. Bone Jt Surg. - 1990. - Vol. 72-A. - № 7. - P. 999-1002.

52. Townley C.O. The Capsular Mechanism in Recurrent Dislocation of the Shoulder //J. Bone Jt Surg. - 1950. - Vol. 32-A. - № 2. - P. 370-380.

53. Warner J.J.P., Deng X.H., Warren R.F., Torzilli P.A. Static Capsuloligamentous Restraints to Superior-Inferior Translation of the Glenohumeral Joint //Am. J. Sports Med. - 1992. - Vol. 20. - P. 675-685.

54. Warner J.J.P., McMahon P.J. The Role of the Long Head of the Biceps Brachii in Supporte Stability of the Glenohumeral Joint //J. Bone Jt Surg. - 1995. - Vol. 77-A. - № 3. - P. 366-372.

55. Weber S.C., Caspari R.B. A Biomechanical Evaluation of the Restraints to Posterior Shoulder Dislocation //Arthroscopy. - 1989. - № 5. - P. 115-121.

56. Wyke B.D. Structural and Functional Characteristics of Articular Receptor System //Acta chir. orthop. cech. - 1973. - Vol. 40. - P. 489-497.