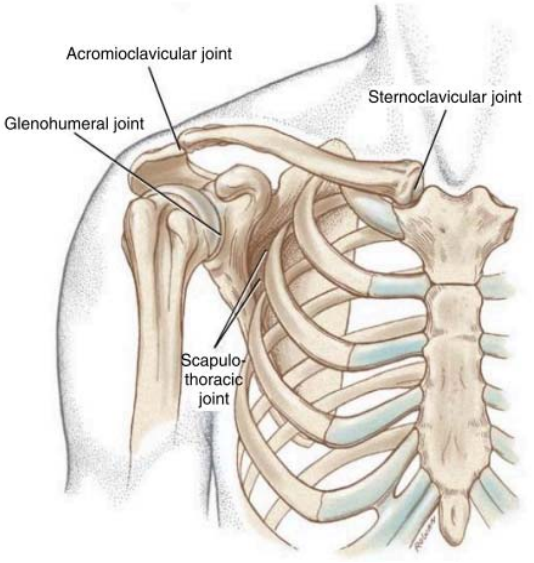
فصل ۱: بیومکانیک مجموعه شانه

مجموعه شانه

مجموعه شانه متشکل از ۴ مفصل بوده و شامل استخوان های استرنوم، کلاویکول، دنده ها، و هومروس است (شکل ۱- ۱). سه مفصل حقیقی شامل استرنوکلاویکولار، آکرومیو-کلاویکولار، و گلنوهومرال و دو مفصل عملکردی[1] به نام های اسکاپولوتوراسیک و مفصل ساب آکرومیال (یا سوپراهومرال)، مجموعه شانه را تشکیل می دهند. مفصل اسکاپولوتوراسیک، هیچ یک از ویژگی های یک مفصلی لیفی، غضروفی یا سینوویال را ندارد. در واقع حرکت اسکاپولا روی توراکس، تابعی از حرکات مفاصل استرنوکلاویکولار و آکرومیو-کلاویکولار است. مفصل عملکردی ساب آکرومیال (یا سوپراهومرال) به وسیله حرکت سر هومروس در زیر قوس کوراکوآکرومیال تشکیل می شود. گرچه حرکت در این مفصل عملکردی، نقش مهمی در عملکرد و دیسفانکشن شانه بازی می کند؛ به عنوان فضای ساب آکرومیال اشاره شده و به عنوان جزئی از مفصل گلنوهومرال در نظر گرفته می شود تا اینکه به عنوان یک مفصل مجزا. سطوح مفصلی مجموعه شانه **عمدتا برای تحرک** طراحی شده اند، به طوری که به حرکت و وضعیت دهی دست در دامنه وسیعی از فضا اجازه می دهند. گرچه عناصر مجموعه شانه نیمی از جرم کل اندام فوقانی را تشکیل می دهند، از طریق یک مفصل منفرد (مفصل استرنوکلاویکولار) به اسکلت محوری متصل می گردد. در نتیجه، نیروهای عضلانی به عنوان مکانیسم اصلی محکم نمودن کمربند شانه ای به توراکس و فراهم سازی یک قاعده اتکاء پایدار برای حرکات اندام فوقانی محسوب می شوند. در واقع، نیازهای متناقض مجموعه شانه به تحرک و ثبات از طریق نیروهای فعال یا تثبیت سازی دینامیک فراهم می گردد؛ و مجموعه شانه مثال بارز آن است.



شکل ۱ –۱: مفاصل تشکیل دهنده مجموعه شانه راست

ثبات دینامیک زمانی مطرح می شود که ثبات یک سگمان یا مجموعه ای از سگمان های متحرک، چندان به وسیله نیروهای غیر فعال، مانند شکل سطوح مفصلی، کپسول، یا لیگامان ها، تامین نمی شود و در عوض به شدت به نیروهای فعال یا کنترل عضلانی دینامیک متکی است. زمانی که مجموعه شانه به صورت طبیعی عمل کند این **تثبیت سازی دینامیک** اجازه می دهد که مجموعه شانه، دامنه حرکتی وسیعی داشته و از ثبات کافی برخوردار باشد.

صدمه یا بیماری که غالبا حرکت شانه را محدود نمایند موجب کاهش اثر بخشی کل اندام فوقانی می شوند. ندرتا یک عضله منفرد به صورت ایزوله در مجموعه شانه عمل می نماید. برای تولید اعمال بسیار هماهنگ چند مفصلی، عضلات به شکل گروهی (تیم) کار می کنند. این طبیعت عضلات شانه (یعنی با تشریک مساعی بسیار) باعث افزایش چند کاربردی[2]، کنترل، و دامنه حرکات فعال می گردد.

[1]. Functional Joint

[2]. Versatility

بنابراین فلج یا ضعف انفرادی هر یک از عضلات اغلب توالی کینماتیک طبیعی کل شانه را مختل می سازد. در این فصل به تشریح سینرژی های مهم عضلانی موجود در مجموعه شانه و نیز چگونگی تاثیر ضعف در یک عضله بر روی پتانسیل تولید نیرو در عضلات دیگر خواهیم پرداخت. عضلات ممکن است در اثر بیماری یا آسیب های وارده بر سیستم های عصبی عضلانی یا عضلانی اسکلتی دچار ضعف شوند.

استخوان شناسی

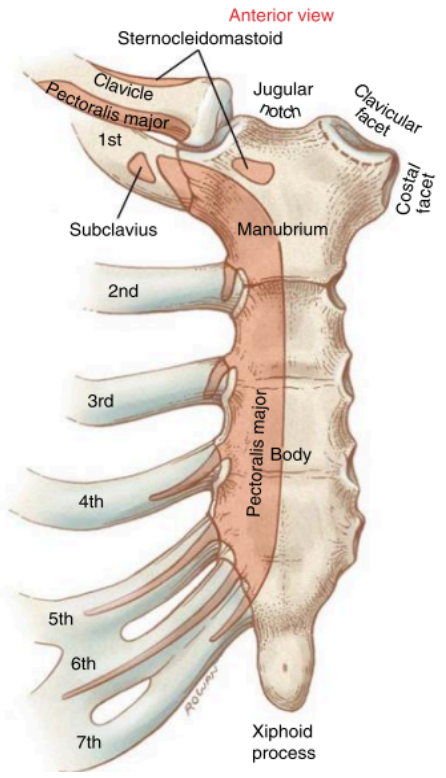
استرنوم

استرنوم از مانی بریوم، تنه، و زائده گزیفوئید تشکیل شده است (شکل ۲- ۱). مانی بریوم دارای یک جفت فاست کلاویکولار تخم مرغی شکل است که با کلاویکول مفصل می شود. بر روی لبه خارجی مانی بریوم، فاست های دنده ای قرار گرفته اند که به عنوان محل های اتصال دو طرفه برای دو دنده اول عمل می کنند. بریدگی جوگولار[1] در قسمت فوقانی مانی بریوم، بین فاست های کلاویکولار، قرار دارد.

کلاویکول

اگر از بالا به کلاویکول نگاه کنیم خواهیم دید که تنه کلاویکول دارای انحناء است؛ به طوری که سطح قدامی آن عموما در سمت داخل محدب بوده و در سمت خارج مقعر است (شکل ۳- ۱). وقتی بازو در وضعیت آناتومیک خود باشد محور بلند کلاویکول کمی بالای صفحه افقی واقع شده و حدود ۲۰ درجه خلف صفحه فرونتال قرار می گیرد (شکل ۴- ۱، زاویه A). انتهای گرد و برجسته داخلی یا انتهای استرنال کلاویکول با استرنوم مفصل می شود (شکل ۳- ۱). فاست دنده ای[2] کلاویکول (شکل ۳- ۱، سطح تحتانی را ملاحظه کنید) در برابر دنده اول قرار می گیرد. خارج و کمی خلف به فاست دنده ای، برجستگی دنده ای[3] قرار دارد که محل اتصال لیگامان کوستوکلاویکولار است. انتهای خارجی یا آکرومیال کلاویکول، در فاست آکرومیال تخم مرغی شکل، با اسکاپولا مفصل می شود (شکل ۳- ۱، سطح تحتانی را ببینید).

[1]. Jugular Notch
[2]. Costal Facet
[3]. Costal Tuberosity

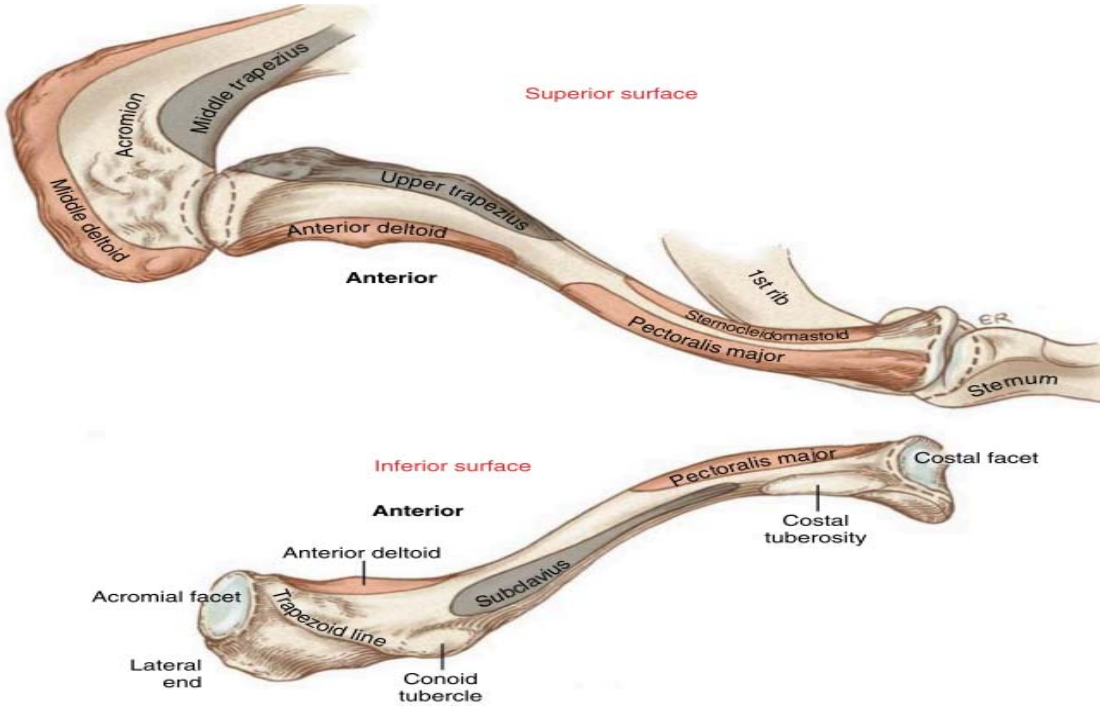


شکل ۲- ۱: نمای قدامی از استرنوم؛ در سمت چپ کلاویکول و دنده ها برداشته شده اند. در سمت راست ۷ دنده و کلاویکول دیده می شوند. خط نقطه چین اطراف فاست کلاویکول، اتصالات کپسول در مفصل استرنوکلاویکولارا نشان می دهد. اتصالات پروگزیمال عضلات به رنگ قرمز دیده می شود.

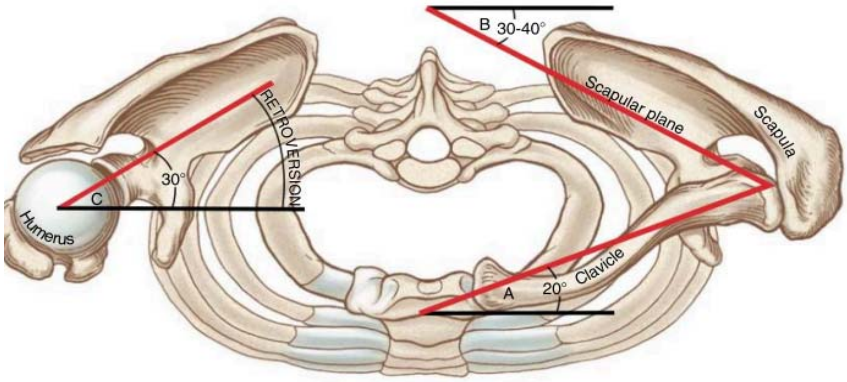
اسکاپولا

این استخوان مثلثی شکل دارای سه زاویه است: تحتانی، فوقانی و خارجی (شکل ۵-۱). لمس زاویه تحتانی اسکاپولا یک روش آسان و مناسب برای دنبال کردن حرکت اسکاپولا حین حرکت بازو است. اسکاپولا همچنین دارای سه کناره است. وقتی بازو کنار بدن باشد کناره داخلی یا مهره ای تقریبا با ستون مهره ای موازی است. کناره خارجی یا آگزیلاری از زاویه تحتانی به زاویه خارجی اسکاپولا کشیده می شود. کناره فوقانی از زاویه فوقانی به طرف خارج به سمت زائده کوراکوئید امتداد دارد. سطح خلفی اسکاپولا به وسیله یک خار برجسته[4] به حفره سوپرا اسپیناتوس و اینفرا اسپیناتوس تقسیم می شود. عمق حفره سوپرا اسپیناتوس به وسیله عضله سوپرا اسپیناتوس پر می شود. ارتفاع انتهای داخلی خار، در ریشه خار اسکاپولا، کاهش می یابد. برعکس، ارتفاع این خار در انتهای خارجی آن افزایش قابل توجهی یافته و به شکل یک آکرومیون پهن و برجسته در می آید.

[4]. Prominent Spine



شکل ۳– ۱: سطوح فوقانی و تحتانی کلاویکول راست. خط نقطه چین اطراف انتهاهای کلاویکول، اتصالات کپسول مفصلی را نشان می دهد. اتصالات پروگزیمال عضلات به رنگ قرمز و اتصالات دیستال به رنگ خاکستری نشان داده شده است.



شکل ۴ –۱: نمای فوقانی هر دو شانه در وضعیت آناتومیک. زاویه A: جهت گیری کلاویکول که حدود ۲۰ درجه خلف صفحه فرونتال واقع است. زاویه B: جهت گیری اسکاپولا (صفحه اسکاپولار) که حدود ۴۰– ۳۰ درجه قدام به صفحه فرونتال می باشد. زاویه C: رتروورژن سر هومروس که حدود ۳۰ درجه خلف به محور داخلی – خارجی در آرنج است. کلاویکول و آکرومیون راست برداشته شده اند تا بالای مفصل گلنوهومرال راست نمایان شود.

آکرومیون در جهت خارجی و قدامی کشیده شده و یک سقف افقی را بر بالای حفره گلنوئید می سازد. فاست کلاویکولار روی آکرومیون، بخشی از مفصل آکرومیو–کلاویکولار را تشکیل می دهد. اسکاپولا در حفره گلنوئید (که کمی مقعر است) با سر هومروس مفصل می شود (شکل B ۵– ۱). حفره گلنوئید حدود ۴ درجه نسبت به محور افقی که از بدنه ی اسکاپولا رد می شود، به سمت بالا شیب دارد. البته این شیب بسیار متفاوت است و دامنه ای از یک شیب رو به پائین ۷ درجه ای تا یک شیب رو به بالای تقریبا ۱۶ درجه ای را شامل می شود. در حالت استراحت، اسکاپولا در برابر سطح خلفی خارجی توراکس قرار دارد و حفره گلنوئید حدود ۴۰– ۳۰ درجه قدام به صفحه فرونتال نگاه می کند (شکل ۴– ۱، زاویه B). به این جهت گیری اسکاپولا، صفحه اسکاپولار اطلاق می شود.

زمانی که بازو به طور طبیعی به بالای سر برده می شود، اسکاپولا و هومروس تمایل به دنبال نمودن این صفحه دارند. در لبه فوقانی و تحتانی حفره گلنوئید، برجستگی های سوپرا گلنوئید و اینفرا گلنوئید قرار دارند. این برجستگی ها به ترتیب به عنوان محل های اتصال پروگزیمال برای سر بلند بایسپس براکئی و تراسپس براکئی می باشند (شکل B ۵– ۱). نزدیک به لبه فوقانی حفره گلنوئید، زائده برجسته کوراکوئید (به معنی شکل منقار کلاغ) قرار دارد. زائده کوراکوئید به شکل تیز از اسکاپولا بیرون زده و محل اتصال برای چندین لیگامان و عضله می باشد (شکل ۶– ۱). حفره ساب اسکاپولار روی سطح قدامی اسکاپولا قرار دارد (شکل B ۵– ۱). تقعر داخل این حفره با عضله ضخیم ساب اسکاپولاریس پر می شود.

هومروس

سر هومروس که تقریبا نیمی از یک کره کامل است، جزء محدب مفصل گلنوهومرال را تشکیل می دهد (شکل ۷– ۱). سر هومروس به داخل و بالا نگاه می کند و زاویه شیب[1] تقریبا ۱۳۵ درجه با محور بلند تنه هومروس تشکیل می دهد (شکل A ۸– ۱). همچنین نسبت به محور داخلی – خارجی آرنج، سر هومروس حدود ۳۰ درجه در صفحه افقی به خلف چرخیده است (شکل B ۸– ۱). این چرخش، رتروورژن[2] نام دارد و باعث قراردهی سر هومروس در داخل صفحه اسکاپولار برای مفصل شدن با حفره گلنوئید می شود (شکل ۴– ۱، زاویه C). جالب اینکه در سنین کمتر از حدود ۴ سال، رتروورژن هومورس حدود ۶۵ درجه است و به طور طبیعی تدریجا از میزان آن کاسته شده تا این که در حدود سن ۱۶ تا ۲۰ سالگی به زاویه نهائی بلوغ (۳۰ درجه) می رسد.

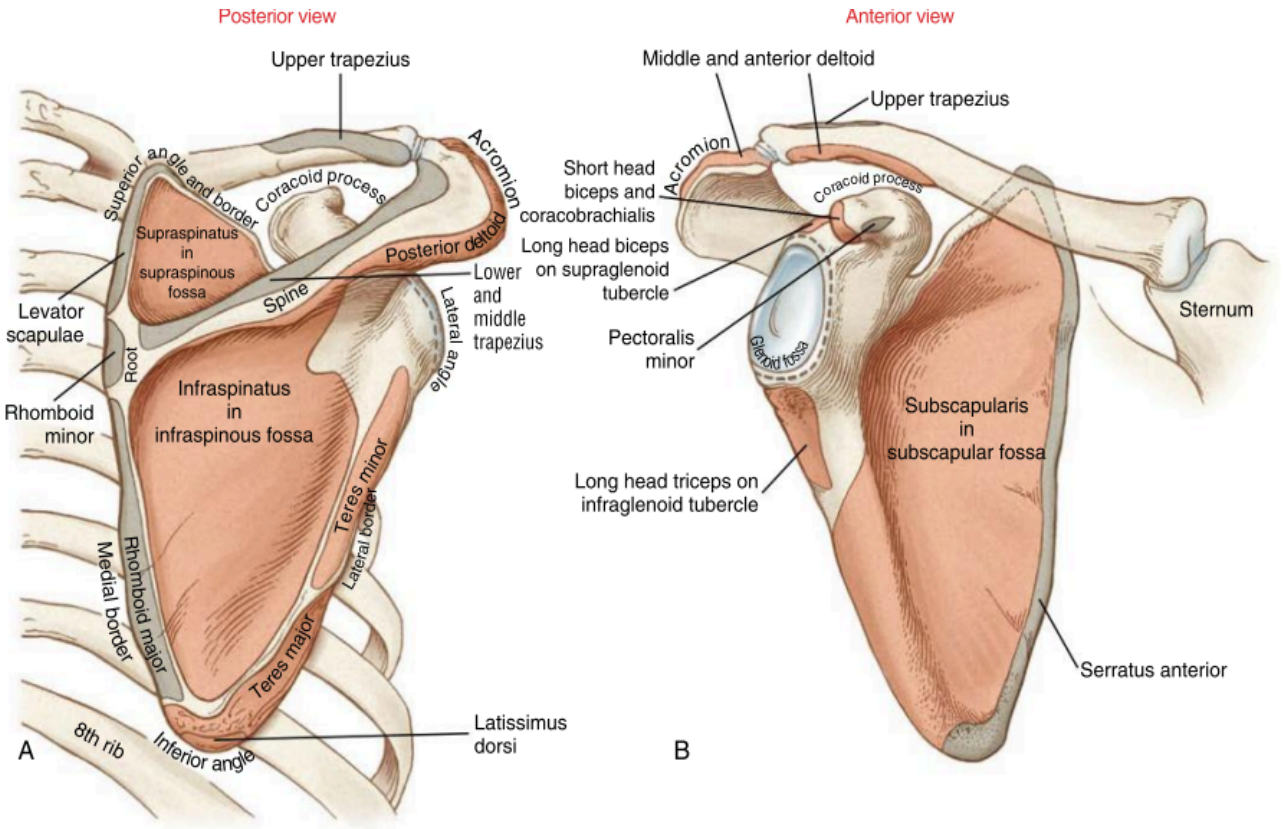
استرس های پیچشی (تورشنال) بیش از حد وارده بر صفحه رشد استخوان هومروس قبل از این سن می تواند بر وضعیت نهائی رتروورژن هومروس تاثیر گذارد. برای مثال اعمال استرس های پیچشی روی بازوی پرتاب گران جوان زبده بسکتبال، ثانویه به چرخش خارجی مکرر، باعث مهار کاهش طبیعی رتروورژن می گردد. یافته های پژوهشی حاکی است که شانه ی سمت غالب در پرتاب گران زبده بیسبال دارای بلوغ اسکلتی، نسبت به اندام غیر غالب، حدود ۱۵– ۱۰ درجه، دارای رتروورژن بیشتر هومروس می باشد.

عقیده بر این است که اگر این بازیگران قبل از سن حدود ۱۱ سالگی شروع به پرتاب کنند احتمال شکل گیری رتروورژن بیش از حد بیشتر خواهد بود. گردن آناتومیک هومروس، سطح مفصلی هموار سر را از قسمت پروگزیمال تنه جدا می سازد (شکل A ۷– ۱).

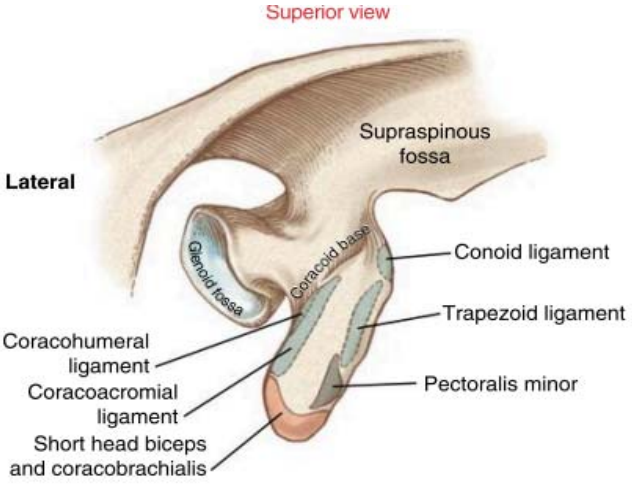
توبرکل های بزرگ و کوچک، محیط قدامی و خارجی انتهای پروگزیمال هومروس را احاطه می کنند (شکل B ۷– ۱). توبرکل کوچک به صورت نسبتا تیز بیرون زده است و در قدام به عنوان محل اتصال ساب اسکاپولاریس عمل می کند. توبرکل بزرگ مدور دارای فاست های فوقانی، میانی و تحتانی بوده که به ترتیب به عنوان اتصال دیستال برای سوپرا اسپیناتوس، اینفرا اسپیناتوس، و ترس مینور عمل می کنند (شکل B ۷– ۱، و شکل ۹– ۱).

ستیغ هائی تیز از سمت قدامی توبرکل های بزرگ و کوچک به طرف دیستال کشیده می شوند که اتصالات دیستال پکتورالیس ماژور و ترس ماژور را دریافت می کنند (شکل A ۷– ۱). بین این ستیغ ها، ناودان اینترتوبرکولار (بایسیپیتال) وجود دارد که تاندون سر بلند بایسپس براکئی را در خود جای داده است. عضله لاتیسموس دورسی به کف ناودان اینترتوبرکولار، داخل به تاندون بایسپس، می چسبد. در قسمت دیستال و خارج به انتهای ناودان اینتر توبرکولار، برجستگی دلتوئید قرار دارد. ناودان رادیال (مارپیچی)[3] به صورت مورب در سطح خلفی هومروس کشیده شده است. این ناودان اتصالات پروگزیمال سر خارجی و داخلی تراسپس را مجزا می سازد (شکل ۹ –۱). با حرکت به دیستال، عصب رادیال حول نمای خلفی هومروس در ناودان رادیال می پیچد و به طرف نمای دیستال– خارجی هومروس می رود.

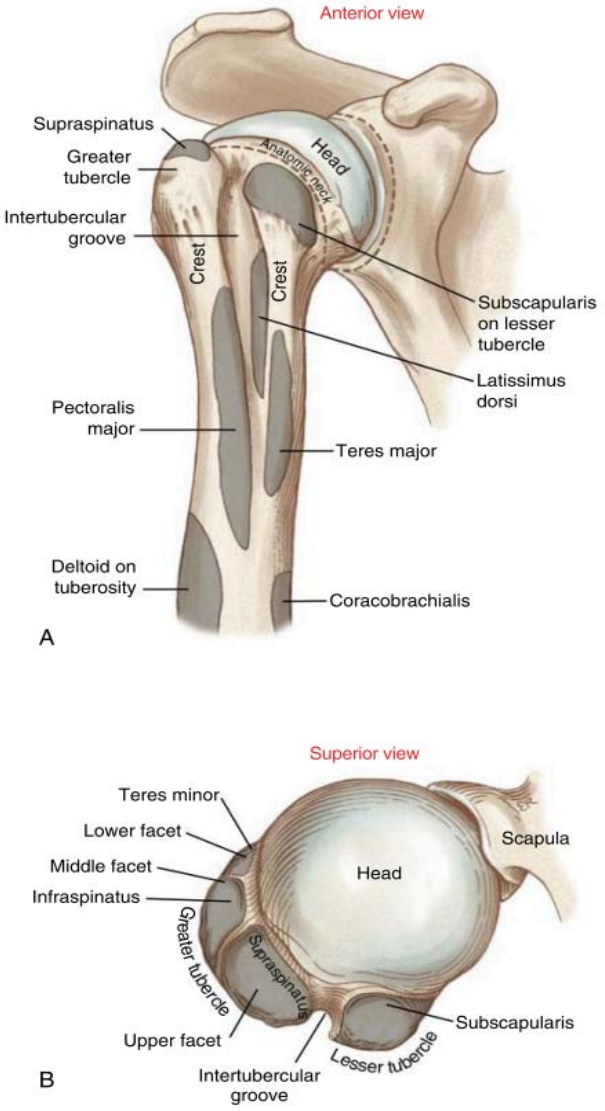
[1]. Angle of Inclination
[2]. Retroversion
[3]. Radial (Spiral) Groove



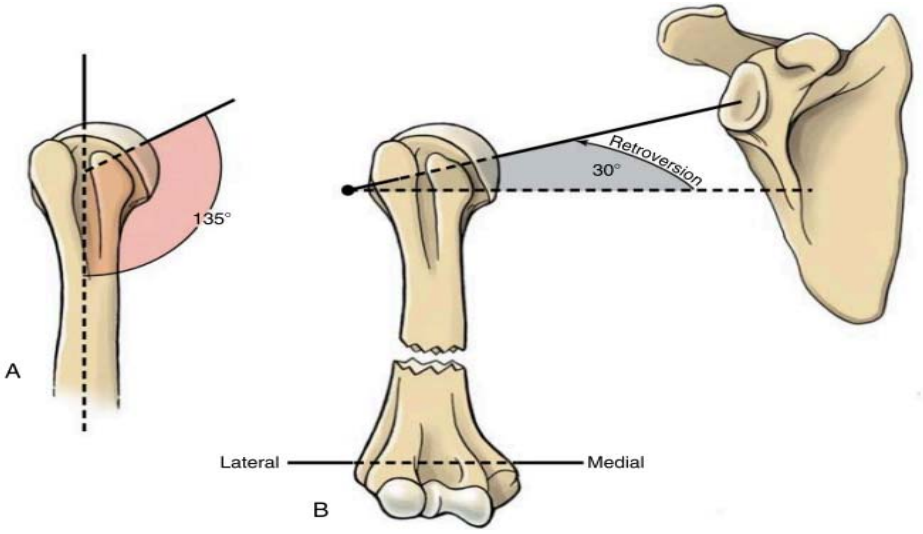
شکل ۵-۱: سطوح خلفی (A) و قدامی (B) اسکاپولای راست. اتصالات پروگزیمال عضلات به رنگ قرمز و اتصالات دیستال به رنگ خاکستری دیده می شوند. خطوط نقطه چین، لیگامان های کپسولار اطراف مفصل گلنوهومرال را نشان می دهد.



شکل ۶ – ۱: نمای نزدیک از زائده کوراکوئید راست از بالا. اتصالات پروگزیمال عضله با رنگ قرمز و اتصالات دیستال به رنگ خاکستری دیده می شوند.



شکل ۷ –۱: نمای قدامی (A) و فوقانی (B) هومروس راست. خط نقطه چین در شکل A لیگامان های کپسولار اطراف مفصل گلنوهومرال را نشان می دهد. اتصالات دیستال عضلات خاکستری دیده می شود.



شکل ۸ –A:۱: زاویه شیب ۱۳۵ درجه هومروس راست بین تنه و سر هومروس در صفحه فرونتال را نشان می دهد. B: رتروورژن سر هومروس نسب به دیستال هومروس.