

Revalidatie bij minimaal gedepositioneerde proximale humerusfracturen

Introductie: minimaal gedepositioneerde proximale humerusfracturen beslaan een groot deel van het totale aantal fracturen. Het aantal zal blijven stijgen door de vergrijzing en de daarmee gepaard gaande toename in prevalentie van osteoporose. In de revalidatie blijven onduidelijkheden bestaan wat betreft de immobilisatieduur, de juiste therapievormen en het gebruik van valpreventieprogramma.

Methode: bij deze literatuurstudie zijn wetenschappelijke artikelen gebruikt waarbij is geselecteerd op Levels of Evidence en bij voorkeur een recente publicatiedatum (5 jaar geleden of later). Doelen zijn geweest om de optimale immobilisatietijd voor aanvang van de revalidatie en de toe te passen therapieën te vinden, en om antwoord te vinden op de vraag of valpreventie moet worden inbegrepen in de revalidatie van minimaal gedepositioneerde humerusfracturen.

Resultaten & slotbeschouwing: door deze studie is een (korte) immobilisatieperiode van 1 week zinvol bevonden. Voor de werking van electrotherapie en hydrotherapie bestaat geen bewijs. Ook bestaan er onvoldoende aanwijzingen voor de juiste hantering van conservatieve therapie ten opzichte van chirurgie bij verschillende proximale humerusfracturen. Een revalidatieprogramma bestaande uit educatie, oefentherapie en gewrichtsmobilisatie lijkt het meest effectief te zijn. Als deel van de revalidatie kan een effectief valpreventieprogramma een zeer zinvol onderdeel zijn.

Afstudeeropdracht opleiding Fysiotherapie Hogeschool Utrecht

M.M. Hulster

September 2006

Inleiding

Fracturen van de proximale humerus vormen 4% a 5% van alle fracturen (Hodgson et al., 2003, Koval et al., 1997, Zyto et al., 1997). Vooral bij ouderdom komt dit soort fracturen veel voor, onder andere door een verminderd activiteitsniveau en een verhoogd valgevaar. Het verminderde activiteitsniveau heeft als gevolg een dalende belastbaarheid, hetgeen zorgt voor een verhoogd valgevaar waardoor een grotere kans ontstaat op overschreiding van de belastbaarheid. Het aantal proximale humerusfracturen zal in de toekomst toenemen door de vergrijzing en daarmee gepaard gaande stijging van ouderdomsaandoeningen als osteoporose (Hodgson, 2006).

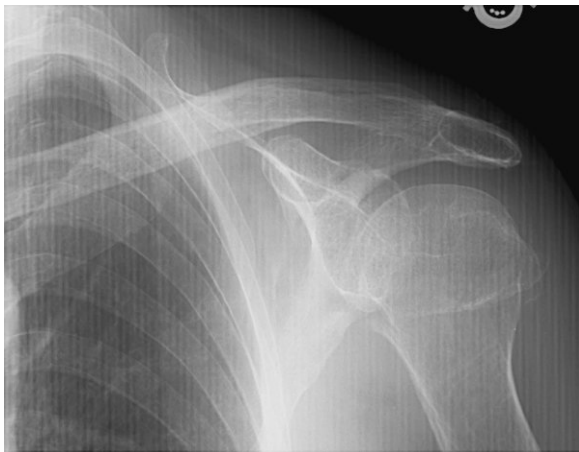
Van deze fracturen is het merendeel minimaal gedepositioneerd (Neer, 1970, suggereert 85%), wat betekent dat deze, onafhankelijk van het aantal fractuurlijnen, per segment een verplaatsing van maximaal 1 cm en een rotatie van maximaal 45° hebben (Neer, 1970). Bij deze groep is een operatieve ingreep ongebruikelijk en vormt fysiotherapie een belangrijk deel van de revalidatie. Ondanks de relatief geringe ernst van deze breuken blijkt

de prognose lang niet altijd goed te zijn. Koval et al., 1997, voerden een revalidatie uit en vonden ruim een jaar na de fractuur bij slechts 80 van de 104 patiënten (77%) een goed of zeer goed herstel.

Revalidatie heeft in brede zin betrekking op het 'herstellen van functie en rol (binnen de familie, de sociale omgeving en de werkplek)' (Hodgson, 2006), en dient uiteindelijk het doel om op het niveau van participatie werkzaam te zijn. Vanwege de vergroote kans op complicaties bij de over het algemeen oudere patiëntengroep en de invaliderende werking daarvan op deze groep, is dit laatste erg van belang. Bij evaluatie van de verrichte therapie dient gekeken te worden naar objectieve aspecten (ROM, kracht, functie, etc.) zowel als subjectieve aspecten (pijn, participatie, etc.).

De schouder is een zeer complex gewricht. Voor een normale schouderfunctie is een gecoördineerd samenspel nodig van bijna 30 spieren die werken over drie gewrichten en het scapulothoracale glijvlak (Brox, 2003). In de revalidatie dient alleen al op het gebied van de biomechanica rekening te worden gehouden met veel meer dan alleen het gebroken bot of alleen het glenohumeraal functioneren.

Tot op heden is er weinig literatuur beschikbaar over de fysiotherapeutische behandeling van minimaal gedepositioneerde proximale humerusfracturen, ondanks dat deze relatief vaak voorkomen. Weinig is er bekend over de invloed van gewrichtsmobilisatie en hydrotherapie, en electrotherapie lijkt het herstel niet te beïnvloeden (Hodgson, 2006). De duur van de immobilisatieperiode voor aanvang van fysiotherapie is ook een punt van discussie.



Figuur 1: Röntgenfoto van een minimaal gedepositioneerde, of zogenaamd Neer one-part proximale humerus fractuur (links).

Dit literatuuronderzoek poogt (uniforme) duidelijkheid te verschaffen op het gebied van de fysiotherapeutische revalidatie bij patiënten met een minimaal gedepositioneerde proximale humerusfractuur. Er wordt naar gestreeft antwoord te vinden op de vragen:

- Wat is de optimale immobilisatieperiode voor aanvang van fysiotherapie?
- Wat zijn de juiste therapievormen?
- Moet valpreventie worden inbegrepen in de revalidatie?

Methode

Deze literatuurstudie is ontworpen aan de hand van literatuur gepubliceerd in wetenschappelijke tijdschriften. In de zoekmachine Pubmed zijn de volgende zoektermen gehanteerd: *physiotherapy, proximal, humerus, fracture, surgery, "physical therapy", rehabilitation*. De hieruit verkregen literatuur is geselecteerd onder diverse voorwaarden. Bij voorkeur werden artikelen geselecteerd met een publicatiedatum van 5 jaar geleden of later. Bij artikelen met

historische waarde of belangrijke / onmisbare informatie is hiervan afgezien.

De literatuur is beoordeeld aan de hand van 'Evidence Based Practice', en gerangschikt naar 'Levels of Evidence'. Er is getracht artikelen te gebruiken met een zo hoog mogelijk niveau van 'evidence'. Het is moeilijk gebleken om voldoende literatuur te vinden die poogde eenduidige antwoorden te verschaffen op de vragen van deze studie.

Resultaten

Opvallend is dat er weinig literatuur is gevonden betreffende de door deze studie gestelde vragen te beantwoorden. Vooral over de werking van diverse therapieën, afgezien van educatie, oefentherapie en gewrichtsmobilisatie is de literatuur zeer beperkt.

Immobilisatie

Na een fractuur van de proximale humerus wordt een periode van immobilisatie gebruikt om consolidatie van het bot te laten geschieden. Hodgson (2006) stelt dat bezorgdheid over te korte immobilisatie ongegrond is, maar hiervoor is geen eenduidig bewijs verkregen. Onderstaande onderzoeken wijzen echter wel in de richting van een korte immobilisatieperiode.

De enige gevonden recente studie (Hodgson et al. 2003) met betrekking tot de optimale immobilisatieduur vond met name op korte termijn verschillen. In deze studie van 86 patiënten is fysiotherapie binnen één week (A) in vergelijking met dezelfde therapie (B) na drie weken effectiever gebleken. 16 weken na de fractuur is bij groep A minder pijn ($p < 0,01$) en een betere schouderfunctie ($p < 0,001$) gemeten met de SF 36 respectievelijk de Constant Shoulder Score. Ook na 52 weken zijn de verschillen gebleven, hetzij in mindere mate.

Kristiansen et al. (1989) vonden ook verschil tussen één en drie weken immobilisatie. In een studie met eveneens 86 patiënten is gebleken dat patiënten met een immobilisatie van 1 week na één en na drie maanden minder pijn hebben gescoord. Op langere termijn trad geen significant verschil op.

In de studie van Ogawa et al. (1998), waarbij bij 10 patiënten met één-, twee-, en drie-segmentenfracturen van de anatomische nek, na open óf gesloten reductie gevolgd door fysiotherapie werd gestart binnen één week, zijn

geen secundaire breuken of ander soortige complicaties opgetreden. Door Hodgson et al. (2003) en Kristiansen et al. (1989) is hier ook geen melding van gemaakt.

Therapievormen in de revalidatie

In de revalidatie van proximale humerusfracturen staan de betrokken chirurg en therapeut centraal (Hodgson, 2006), en dienen in nauw contact samen te werken. Aangenomen wordt dat bij minimaal gedepositioneerde proximale humerusfracturen conservatieve therapie de meest gepaste vorm is. Chirurgie is geadviseerd bij meer complexe fracturen (Neer, 1970). Een recentere systematische review (Handoll et al., 2003) is voorzichtiger en stelt dat vroege fysiotherapie, zonder immobilisatie, zinvol kan zijn voor sommige typen ongedepositioneerde fracturen. Er is geen bewijs dat electrotherapie herstel bevordert bij proximale humerusfracturen. Brox (2003) stelt dat de passieve aard van electrotherapie het herstel kan vertragen als daardoor van een actievare therapie wordt afgezien. Ook voor hydrotherapie lijkt onvoldoende bewijs: Revay et al. (1992) vonden geen verbetering in schouderfunctie.

Gevonden werd dat er onduidelijkheid bestaat over de vraag of een operatieve interventie, zelfs bij specifieke typen fracturen op lange termijn succesvolle resultaten geeft.

Zyto et al. (1997) concluderen in hun studie met drie- en vierdelige proximale humerusfracturen, dat de uitkomst van chirurgische therapie in vergelijking met conservatieve therapie bij oudere patiënten vergelijkbaar is, met het verschil dat in de eerste groep meer complicaties zijn opgetreden. Dit wijst erop dat conservatieve therapie ook bij meer complexe fracturen zinvol kan zijn.

Fjalestad et al. (2005) vonden in hun vergelijking van conservatieve therapie (n = 55) met chirurgie (n = 15) bij meer complexe AO-geclassificeerde fracturen (type B2,B3,C2,C3) een Rowe Score van 48/75 resp. 28/75 na 12-14 maanden. Hierbij hield conservatieve therapie in dat de patiënten met een gemodificeerde Velpeau bandage of een sling werden geïmmobiliseerd.

Ondanks dat oefentherapie een zeer veel gebruikte vorm is, lijkt ook hier voorzichtigheid gepast omtrent de werking. In weliswaar weinig recente, op kleine schaal (n = 42 en n = 20) uitgevoerde studies (Lundberg et al., 1979 en Solem-Bertoft et al., 1984) is conventionele fysiotherapie vergeleken met onafhankelijke oefeningen. Beide vonden geen verschil na 12 maanden.

Hodgson et al. (2003) gebruiken een revalidatieprogramma gebaseerd op educatie, oefentherapie en gewrichtsmobilisatie. Hodgson, (2006) beschrijft een vergelijkbaar, gedetailleerd revalidatieprogramma dat wat betreft tijdsplanning drie fasen omvat. Doelen in de eerste fase (eerste twee weken) zijn het herstellen van de normale schouderpatronen en educatie over de voordelen van vroege mobilisatie en het (blijven) uitvoeren van huiswerk oefeningen. Het optreden van 'fear avoidance' wordt bestreden door het inperken van het gebruik van de sling.

The diagram illustrates a three-phase rehabilitation program for proximal humerus fractures, structured as follows:

Phase	Duration	Goals and Exercises
Early Rehabilitation	Injury to 2 weeks	- Educate the patient regarding the benefits of early movement - Prevent inappropriate shoulder movement patterns - Passive accessory movements to the shoulder, within pain limit - Passive shoulder abduction and lateral rotation aiming for 90° abduction within the first three sessions - Teach the patient gravity assisted pendular exercises to do at home. - Pain control with heat or ice
Intermediate Rehabilitation	2 to 8 weeks	- Supervised passive shoulder exercises in supine (flexion and lateral rotation) - Light functional exercises without causing pain exacerbation. - Increase passive physiologic movements (not into resistance) to full range. - Proprioceptive exercises (closed chain and open chain).
Late Rehabilitation	8 weeks or more	- Active exercise against gravity. - Isometric muscle work to strengthen rotator cuff muscles. - Reduce use of sling and encourage functional exercises. - Passive stretching if soft tissue contractions persist.
Discharge when independent function is regained.		

Figuur 2: Revalidatieprogramma door Hodgson (2006) opgesteld

Op basis van een afname van de hoeveelheid pijn en verbetering in functioneel gebruik wordt overgegaan naar de tweede fase (2 tot 8 weken). Hierin worden lichte functionele en

proprioceptische (met open en gesloten keten) oefeningen gedaan. Bij geen van de oefeningen wordt door de pijn heen bewogen. Door passief bewegen is de patiënt aan het eind van deze fase in staat de volledige ROM te halen.

In de laatste fase (8 weken en later) worden actieve- en weerstandsoefeningen gebruikt om volledige functionele schouderactiviteit te bereiken. De sling wordt verwijderd, en bij eventuele resterende contracturen worden passieve rekkingen uitgevoerd in een gecontroleerde uitgangshouding.

Ook Koval et al. (1997) gebruikt methoden van educatie, oefentherapie en mobilisatie. De sling wordt echter al na 4 tot 6 weken permanent verwijderd. Als criterium is gebruikt dat de fractuur klinisch geconsolideerd moest zijn.

Valpreventie

Na het optreden van een proximale humerusfractuur bestaat er een vergroote kans op een secundaire fractuur: Lauritzen et al. (1993) meldt dat een proximale humerusfractuur het risico op een heupfractuur vergroot met 11% tot 16% in vergelijking met een controlegroep. Dit terwijl 19% van alle fracturen een heupfractuur is (Palvanen et al., 2000). Hodgson (2006) concludeert dat valpreventie moet worden geïntegreerd in de evaluatie en behandeling op lange termijn. Het risico op secundaire fracturen is het grootst gedurende de eerste 2 jaar na de primaire fractuur (Wildner et al., 2002).

In het kader van secundaire preventie van fracturen zijn risicofactoren voor het ontstaan van fracturen van belang. Holmberg et al. (2006) hebben in hun studie van 33.000 mannen en vrouwen een aantal risicofactoren genoemd: een matige fysieke en mentale gezondheid, roken en stoornissen in het slaappatroon. Ten aanzien van het ontstaan van proximale humerusfracturen is een hoge score op de BMI-index een significante risicofactor gebleken.

Door Palvanen et al. (2000) is onderzoek verricht naar de valmechanismen die tot een proximale humerusfractuur leidden bij oudere, osteoporotische volwassenen. Van de 112 zogenoemde 'low-energy-impact' proximale humerus fracturen is 97% veroorzaakt door een

val. Door hen is gevonden dat een val voorover tijdens het lopen zeer frequent voorkomt. De meeste vallen, zo stellen zij, vinden buitenshuis plaats.



Figuur 3: valmechanismen leidend tot een proximale humerusfractuur in vergelijking met dezelfde mechanismen niet leidend tot een dergelijke fractuur (Palvanen et al., 2000).

Discussie

Het theoretische model van belasting en belastbaarheid veronderstelt dat direct na een trauma de (geringe) belastbaarheid moet worden aangesproken door middel van gerichte belasting. Op deze manier kan naast een positief trainingseffect een positieve invloed ontstaan op bewegingsangst en copingstrategie. Uitgaande van dit concept, moet het revalidatieproces direct na de fractuur kan beginnen, als blijkt dat dit veilig uitvoerbaar is.

Klinische trials lijken dit concept te bevestigen. Uit de verkregen literatuur (Hodgson et al., 2003 en Kristiansen et al., 1989) kan, hetzij met voorzichtigheid, worden geconcludeerd dat een korte immobilisatieperiode van 1 week of korter zinvol is met betrekking tot de subjectieve ervaring van pijn, gemeten in de eerste 3 á 4

maanden van de revalidatie. Alleen door Hodgson et al. (2003) zijn ook op langere termijn (na 52 weken), weliswaar kleinere en minder significante verschillen gevonden, waaruit geen betrouwbare conclusie kan worden getrokken.

De significante verbetering in schouderfunctie die door Hodgson werd gevonden na 16 weken lijkt een aanleiding voor verder onderzoek.

Direct bewijs voor de veiligheid van een zeer korte immobilisatieperiode van de dan nog ongeconsolideerde fractuur is niet gevonden. Anderzijds is er in de studies van Hodgson et al. (2003), Ogawa et al. (1998), Kristiansen et al. (1989) en bij de conclusie van Hodgson (2006) geen melding gemaakt van dergelijke complicaties. Aangezien Hodgson et al. (2003) de revalidatie start met educatie en pendeloefening gedurende de eerste 2 weken, reist de vraag wanneer binnen deze tijd de laatst genoemde oefeningen precies aanvingen, want educatie is uiteraard (motorisch gezien) altijd direct na het trauma mogelijk.

Over de keuze tussen chirurgische therapie en conservatieve therapie bij proximale humerusfracturen bestaat onduidelijkheid. Betreffende complexere, gedepositioneerde proximale humerusfracturen zijn tegenstrijdigheden gevonden. Hoewel Neer (1970) stelt dat chirurgie bij de complexere fracturen dient te worden toegepast, lijken studies (Zyto et al., 1997, Fjalestad et al., 2005) erop te wijzen dat ook bij deze groep conservatieve therapie meer zinvol kan zijn dan chirurgie. Vanwege een meer recente publicatie van de laatst genoemde studies kan voorlopig worden aangenomen dat niet alleen bij eenvoudige fracturen conservatieve therapie kan worden overwogen.

Bij minimaal gedepositioneerde proximale humerusfracturen is dankzij een geringe hoeveelheid weefselschade een goede prognose en een voorkeur voor conservatieve therapie niet ondenkbaar. De voorzichtigheid die Handoll et al. (2003) hanteren in hun conclusie geeft echter aan dat bij deze groep fracturen een niet-chirurgische behandeling niet altijd zinvol is. Literatuur die bij patiënten met dit 'eenvoudige' fractuurtype een vergelijking maken tussen conservatieve en chirurgische therapie is niet gevonden. Mogelijk bestaan er andere, in studies ongecontroleerde parameters die op de resultaten (sterk) van invloed zijn.

Voor het effect van electrotherapie en hydrotherapie lijkt onvoldoende bewijs. Meer onderzoek is nodig voor een definitieve conclusie, maar onderzoek van Brox (2003) respectievelijk Revay et al. (1992) doet de interesse voor dergelijke therapieën dalen. Meer onderzoek is nodig naar electrotherapie als aanvulling op oefentherapie, aangezien uit de studie van Brox (2003) kan worden geconcludeerd dat de belastbaarheid daalt als oefentherapie wordt vervangen door electrotherapie.

Meer onderzoek dient te worden gedaan naar effecten van een compleet fysiotherapieprogramma in vergelijking met een onafhankelijk aanbod van oefeningen. Indien de studies door Lundberg et al. (1979) en Solem-Bertoft et al. (1984) verder onderzoek worden bevestigd, is dit een reden om opnieuw te kijken naar de rol van de fysiotherapeut, diens ondersteunende en coachende functie.

In literatuur zijn veel verschillende fysiotherapieprogramma's beschreven. Vaak is een programma gebruikt om het effect van fysiotherapie te toetsen of te vergelijken met therapieën van een andere aard. Omdat er geen studies gevonden zijn die bij minimaal gedepositioneerde humerusfracturen het effect van verschillende programma's met elkaar vergeleken, kan er geen kant en klaar revalidatieprogramma worden opgesteld of worden uitgekozen als zijnde het beste. Het programma van Hodgson (2006) (hier bij resultaten beschreven), dat is samengesteld op basis van ervaring en wetenschappelijke literatuur lijkt voorlopig de beste houvast te geven. Vele parameters dienen nog grondig te worden onderzocht voordat conclusies kunnen worden getrokken over de samenstelling van 'de revalidatie bij minimaal gedepositioneerde proximale humerusfracturen'.

Aannemelijk is dat, zoals uit de studie van Lauritzen et al. (1993), Palvanen et al. (2000), Wildner (2002) en Hodgson (2006) blijkt, het belang van de val als oorzaak bij het ontstaan van proximale humerusfracturen niet moet worden onderschat.

Aangezien Palvanen et al. (2000) stelt dat 97% van de lage-energie-botsing fracturen van de proximale humerus het gevolg zijn van een val, en er een verhoogde kans is op secundaire fracturen binnen 2 jaar, kan worden

geconcludeerd valpreventie een zeer belangrijk element moet zijn van de revalidatie. Afhankelijk van de individuele eigenschappen van de patiënt dient een zekere hoeveelheid tijd te worden besteed aan valpreventie, met name bij oudere patiënten met een lager ADL-niveau.

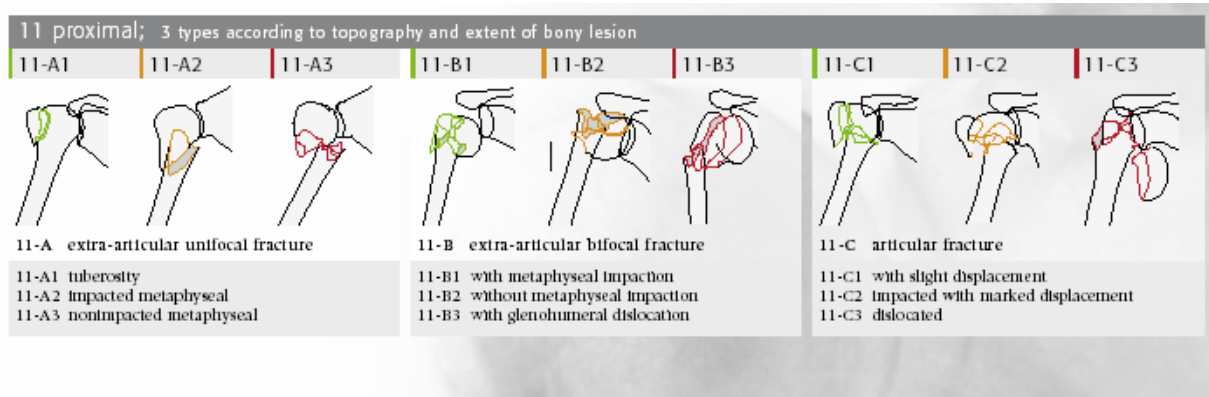
In de revalidatie moet ook aandacht worden besteed aan de door Holmberg (2006) gevonden risicofactoren voor het ontstaan van een fractuur. De fysiotherapeut kan in samenwerking met andere gezondheidsspecialisten de risicofactoren beïnvloeden.

De inhoud van het valpreventieprogramma valt buiten het kader van deze literatuurstudie.

Slotbeschouwing

Conclusies kunnen slechts worden getrokken met betrekking tot de invloed van een korte immobilisatieperiode op korte termijn. Een revalidatie die binnen 2 weken na het trauma start, is op korte termijn (bij 3 á 4 maanden) zinvol gebleken voor pijnbestrijding. Meer onderzoek dient te worden gedaan naar de gevaren van een dergelijke korte immobilisatie. Oefentherapie lijkt zinvol te zijn in de revalidatie van minimaal gedepositioneerde proximale humerusfracturen. Conservatieve therapie lijkt bij deze fracturen meer zinvol dan chirurgie. Over het effect van educatie, hydrotherapie, electrotherapie bestaat onvoldoende bewijs.

Bij proximale humerusfracturen kan het zinvol zijn een effectief valpreventie in de revalidatie in te passen.



Figuur 4: AO-classificatie van proximale humerusfracturen, ontwikkeld door Müller et al. (1990)

Referenties

1. Brox J. Regional musculoskeletal conditions: shoulder pain, Best Practice and research clinical Rheumatology, 2003;17:33-56
2. Dijk FJH van, Dormolen M van, Kompier MAJ, Meijman TF, Herwaarderling model belasting-belastbaarheid. Tijdschr Soc Gezondheidsz 1990; 68: 3-10.
3. Fjalestad T, Stromsoe K, Blucher J, Tennoe B, Jun;125(5):310-6, Fractures in the proximal humerus: functional outcome and evaluation of 70 patients treated in hospital, Arch Orthop Trauma Surg. 2005
4. Gaebler C, McQueen MM, Court-Brown CM, Minimally displaced proximal humeral fractures: epidemiology and outcome in 507 cases, Acta Orthop Scand. 2003 Oct;74(5):580-5
5. Handoll HH, Gibson JN, Madhok R, Interventions for treating proximal humeral fractures in adults, Cochrane Database Syst Rev. 2003;(4):CD000434
6. Hodgson S, Proximal humerus fracture rehabilitation, Clin Orthop Relat Res. 2006 Jan;442:131-8
7. Hodgson SA, Mawson SJ, Stanley D, Rehabilitation after two-part fractures of the neck of the humerus, J Bone Joint Surg Br. 2003 Apr;85(3):419-22
8. Holmberg AH, Johnell O, Nilsson PM, Nilsson J, Berglund G, Akesson K, Risk factors for fragility fracture in middle age, A prospective population-based study of 33,000 men and women. Osteoporos Int. 2006;17(7):1065-77
9. Koval KJ, Gallagher MA, Marsicano JG, Cuomo F, McShinawy A, Zuckerman JD, Functional outcome after minimally displaced fractures of the proximal part of the humerus, J Bone Joint Surg Am. 1997 Feb;79(2):203-7
10. Kristiansen B, Angermann P, Larsen TK, Functional results following fractures of the proximal humerus. A controlled clinical study comparing two periods of immobilization, Arch Orthop Trauma Surg. 1989;108(6):339-41
11. Lundberg B, Svenungson-Hartwig E, Wilmark R, Independent exercises versus physiotherapy in non-displaced proximal humeral fractures, Scand J rehab Med. 1979; 11; 133-136

-
12. Müller ME, Nazarian S, Koch P, Schatzker J, The comprehensive classification of fractures of long bones, Springer –Verlag, New York 1990
 13. Neer CS, The classic: Displaced proximal humeral fractures: part 1. Classification and evaluation, J Bone Joint Surg 1970;52A:1077-1089
 14. [Ogawa K](#), [Yoshida A](#), [Inokuchi W](#), Posterior shoulder dislocation associated with fracture of the humeral anatomic neck: treatment guidelines and long-term outcome, [J Trauma](#). 1999 Feb;46(2):318-23
 15. [Olsson C](#), [Nordquist A](#), [Petersson CJ](#), Long-term outcome of a proximal humerus fracture predicted after 1 year: a 13-year prospective population-based follow-up study of 47 patients. [Acta Orthop](#). 2005 Jun;76(3):397-402
 16. Palvanen M, Kannus P, Parkkari J, Pitkälä T, Pasanen M, Vuori I, Järvinen M, The injury mechanisms of osteoporotic upper extremity fractures among older adults: a controlled study of 287 consecutive patients and their 108 controls, OsteoporosisInt (2000) 11:822-831
 17. Solem-Bertoft E, Lundh I, Westerberg CE, Pain is a major determinant of impaired performance in standardized active motor tests. A study in patients with fracture of the proximal humerus, Scand J Rehabil Med. 1996 May;28(2):71-8
 18. Wildner M, Sanga O, Clark DE, Doring A, Manstetten A, Independent living after fractures in the elderly, Osteoporos Int. 2002 Jul;13(7):579-85
 19. [Zyto K](#), [Ahrengart L](#), [Sperber A](#), [Tornkvist H](#), Treatment of displaced proximal humeral fractures in elderly patients, [J Bone Joint Surg Br](#). 1997 May;79(3):412-7
 20. http://www.aofoundation.org/portal/AOFileServer/PortalFiles?FilePath=/Extranet/Active/_att/wor/act/fracture_classif/mueller_ao_class.pdf
 21. <http://www.gentili.net/fracture.asp?ID=61>

