

Existe-t-il encore une place au traitement fonctionnel des fractures trans-cervicales type Garden 1 du sujet âgé ? Utilisation d'un nouveau paramètre scanographique - la mesure de l'angle d'impaction du col fémoral - afin de préciser les indications du traitement fonctionnel

Jérémy Hardy, Camille Collin, Pierre-Alain Mathieu, Guillaume Vergnenègre, Jean-Louis Charissoux, Pierre-Sylvain Marcheix

▶ **To cite this version:**

Jérémy Hardy, Camille Collin, Pierre-Alain Mathieu, Guillaume Vergnenègre, Jean-Louis Charissoux, et al.. Existe-t-il encore une place au traitement fonctionnel des fractures trans-cervicales type Garden 1 du sujet âgé ? Utilisation d'un nouveau paramètre scanographique - la mesure de l'angle d'impaction du col fémoral - afin de préciser les indications du traitement fonctionnel. Revue de Chirurgie Orthopédique et Traumatologique, 2019, 105 (3), pp.326-331. 10.1016/j.rcot.2019.02.005 . hal-02634262

HAL Id: hal-02634262
https://unilim.hal.science/hal-02634262

Submitted on 26 Oct 2021

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial| 4.0 International License

Version of Record: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877051719300504
Manuscript_fefd6a9d791aa35bb72b7ba7beb07cc4

Mémoire original

Existe-t-il encore une place au traitement fonctionnel des fractures trans-cervicales type Garden 1 du sujet âgé ? Utilisation d'un nouveau paramètre scanographique -la mesure de l'angle d'impaction du col fémoral- afin de préciser les indications du traitement fonctionnel.

Is Non-Operative Treatment Still Relevant for Garden Type I Fractures in Elderly Patients? The Femoral Neck Impaction Angle as a New CT Parameter for Determining the Indications of Non-Operative Treatment

Jérémy **Hardy** [1], Camille **Collin** [1], Pierre-Alain **Mathieu** [1], Guillaume **Vergnenègre** [1], Jean-Louis **Charissoux** [1], Pierre-Sylvain **Marcheix** [1]

1 : Service de chirurgie orthopédique Unit, CHU de Limoges, 2 Avenue Martin Luther King, 87000 Limoges, France.

Corresponding author: J Hardy, Service de chirurgie orthopédique, CHU de Limoges, 2 Avenue Martin Luther King, 87000 Limoges, FRANCE

E-mail: geremyhardy@wanadoo.fr

Ne pas utiliser, pour citation, la référence française de cet article, mais celle de l'article original paru dans *Orthopaedics &Traumatology: Surgery & Research*, en utilisant le DOI ci-dessus.

© 2019 published by Elsevier. This manuscript is made available under the CC BY NC user license
https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/

Résumé:

Objectif : préciser les indications du traitement fonctionnel des fractures trans-cervicales Garden 1 de la personne âgée (≥65ans) à l'aide de la mesure scanographique de l'angle d'impaction du col fémoral (ICF) et de l'angle de tilt postérieur du col fémoral (TPCF).

Méthodes : 49 patients présentant une fracture trans-cervicale Garden 1 ont bénéficié d'un scanner pour la mesure de deux angles. L'angle ICF était défini comme la position relative de la ligne fracturaire avec le centre de la tête fémorale dans le plan coronal ; l'angle TPCF était défini comme la position relative du centre de la tête fémorale avec l'axe du col fémoral dans le plan axial.

Résultats : 22 DS ont été observés chez 45% des patients. Il n'existat aucune différence significative en ce qui concerne la valeur de l'angle TPCF entre les groupes DS et non-DS (p=0,62). Un angle ICF≤135 degrés a pu être considéré comme un facteur prédictif de DS : OR=11,73 (IC95% [3,04-45,28] p=0,004). Le test de dépistage pour les fractures de type Garden 1 à risque de DS utilisant un seuil d'angle ICF de 135° avait obtenu une sensibilité de 72,73% et une spécificité de 81,48%. La mesure de l'angle ICF est reproductible avec un coefficient respectif intra-classe et inter-classe Kappa de 0, 94 (95%IC [0,90-0,97]) et 0,9011 (95%IC [0,83-0,94]).

Discussion-Conclusion : La mesure de l'angle ICF peut être utilisé comme test de dépistage des fractures trans-cervicales Garden 1 à risque de DS. Ce test est fiable et reproductible et permettrait de préciser les indications du traitement fonctionnel.

Niveau de preuve : II, Cohorte prospective.

Mots clés:

Fracture du col fémoral, Sujet âgé, Traitement orthopédique, test de dépistage, Déplacement secondaire.

Introduction :

Les fractures intracapsulaires du col fémoral de la personne âgée (>65 ans) est un problème de santé publique dont l'incidence est amenée à doubler en 2050 (1).

Le taux de déplacement secondaire (DS) des fractures trans-cervicales Garden 1 traitées fonctionnellement est majeur (30% selon la méta-analyse Xu et al. (2)) ce qui a amené un grand nombre d'équipes chirurgicales à proposer un traitement chirurgical d'emblée par ostéosynthèse (3). Cependant le traitement chirurgical de ces fractures chez des patients âgés et fragiles n'est pas sans complications avec:

- Taux de mortalité à un an évalué à 18% contre 14,7% pour les traitements fonctionnels (4)
- Taux de complications infectieuses de 10% dans le cadre des ostéosynthèses (3).
- Taux de DS des ostéosynthèses allant jusqu'à 28,7% selon Hui et al. (5) avec une nécessité de reprise par arthroplastie dite de « sauvetage » avec des taux de morbidité (luxation, sepsis) et de mortalité bien plus importants que pour les arthroplasties de première intention (6)

A notre connaissance aucune étude n'a réussi à établir de facteurs cliniques prédictifs de DS des fractures Garden 1 (7). La mesure radiographique de l'angle de Pauwels ne permet pas non plus de limiter le risque de DS des fractures Garden 1 du col fémoral (8). La mesure radiographique de l'angle TPCF sur les radiographies de profil est, quant à elle, prédictive du risque de DS des fractures Garden 1 ostéosynthésées selon Palm et al.(9).

Le but de notre étude était de préciser les éventuelles indications du traitement fonctionnel des fractures transcervicales Garden 1 de la personne âgée afin d'ostéosynthéser les fractures susceptibles de se déplacer secondairement et de traiter fonctionnellement les autres fractures. Ceci éviterait les risques inhérents à l'ostéosynthèse chez des patients fragiles ne la nécessitant pas.

Nos hypothèses étaient que :

- (A) la mesure de l'angle TPCF sur le scanner dans le plan axial était un facteur prédictif de DS des fractures trans-cervicales Garden 1 traitées orthopédiquement.

- (B) la mesure de l'angle ICF dans le plan coronal sur le scanner était un facteur prédictif de DS des fractures trans-cervicales Garden 1 traitées orthopédiquement.
- (C) la mesure de ces angles était reproductible et fiable en utilisable en tant que test de dépistage des fractures trans-cervicales Garden 1 à risque de DS lors du traitement fonctionnel.

Matériel et Méthodes :

Type d'étude :

Cohorte prospective / monocentrique.

Patients :

Les patients ont été inclus dans cette étude entre Mars 2015 et Mars 2017.

Critères d'inclusion :

- Patients de plus de 65 ans
- Fracture du fémur proximal cervicales vraie Garden 1 diagnostiquée sur une radiographie de hanche de face et un scanner.

Critères d'exclusion :

- Antécédents de fractures du fémur sur le membre en question.
- Suivi insuffisant (inférieur à 6 semaines).
- Suspicion de fracture pathologique du col fémoral.

Au total 55 patients ont été inclus dans notre étude. 6 patients ont été exclus : 3 patients étaient perdus de vue, 1 patient était décédé 5 jours après le traumatisme, 2 patients ont bénéficié d'une arthroplastie de hanche d'emblée sans attendre de DS. Au total 49 patients ont été inclus pour l'étude scannographique.

Recueil des données:

Un DS était considéré comme un déplacement de la fracture Garden 1 en varus (Garden 3 ou 4) sur les radiographies de face. Les patients étaient suivis avec des radiographies de hanche de face réalisées à une semaine, trois semaines, six semaines, trois mois et un an après leur sortie du service.

Les données concernant l'âge, la durée du suivi, la survenue d'un DS et le délai entre la fracture et le potentiel DS étaient colligées pour chaque patient.

Protocole de traitement fonctionnel des fractures Garden 1 :

Tous les patients ont été pris en charge de la même manière (protocole détaillé se référer à (10)).

- Jour 1 : Repos strict au lit, antalgie.
- Jour 2 : Mise au fauteuil.
- Jour 3 : Marche en appui complet aidé d'un kinésithérapeute.
- Jour 4 : Radio de face de la hanche pour vérifier la survenue ou non d'un DS.

La prise en charge en kinésithérapie consistait exclusivement en une aide à la marche exclusive.

Protocole d'exploitation des données d'imagerie :

Le diagnostic initial des fractures Garden 1 était réalisé par des radiographies de face de la hanche dès l'arrivée du patient aux urgences. Dans les 24 heures suivant l'entrée du patient, un scanner de la hanche fracturée était réalisé. Les radiographies et les scanners étaient revus par et un chirurgien (observateur 1) un radiologue (observateur 2) afin d'inclure les patients dans l'étude. Tous désaccord entre eux deux était réglé par consensus.

L'analyse des scanners par ces deux observateurs permettait d'obtenir les mesures de l'angle ICF dans ainsi que l'angle TPCF. Les deux observateurs n'avaient pas la notion d'un éventuel DS de la fractures. Toute différence entre les mesures d'angle sur les scanners étaient réglées par consensus. Afin d'établir le coefficient de corrélation inter-observateur, un troisième observateur (chirurgien senior – observateur 3) mesurait les angles TPCS et ICF sur les scanners en aveugle du DS de la fracture et des mesures des deux premiers observateurs. La mesure du coefficient de corrélation intra-observateur était réalisée en faisant mesurer par l'observateur 1 les deux angles scannographiques à deux reprises à un mois d'intervalle. L'observateur 1 était alors en aveugle des mesures réalisées par les autres observateurs ainsi que du potentiel DS des fractures. Les données scannographiques étaient exploitées en utilisant le logiciel PACS, société Télémis, version 4.70.

L'angle TPCF a été mesuré par Palm et al. (9) sur les radiographies de hanche de profil. Nous avons extrapolé cette mesure au scanner : l'angle était mesuré dans le plan axial du col fémoral défini par l'axe antéro-postérieur et l'axe du col fémoral. Pour le mesurer, l'axe du col fémoral était tracé (A), puis le centre de la tête fémorale repéré (B). Une ligne (C) était ensuite tracée entre (B) et l'intersection de la ligne (A) avec la circonférence de la tête fémorale. L'angle TPCF était l'angle entre les lignes (A) et (C) (Voir Fig. 1). L'angle ICF est un nouveau paramètre scannographique que nous décrivons dans cette étude. Cet angle était mesuré dans le plan coronal du col fémoral défini par l'axe cranio-caudal et l'axe du col fémoral : un cercle (A) était tracé tangent aux bords de la tête fémorale. Une ligne (B) était tracée entre le bord proximal et distal de la fracture. Deux lignes étaient tracées entre le centre du col fémoral et l'intersection de la ligne (B) et le cercle (A). L'angle ICF était l'angle entre ces deux lignes (voir Fig.2).

Statistiques :

Les moyennes et les extrêmes étaient données pour toute les variables quantitatives, les pourcentages et les incidences étaient données pour toutes les variables quantitatives.

Afin de déterminer si un lien statistique existait entre les angles mesurés au scanner et la survenue d'un DS des fractures Garden 1, les valeurs des angles ICF et TPCF étaient comparées entre les groupes « DS» et « absence de DS ». Le test de Mann et Whitney était utilisé afin de savoir si une différence statistique existait entre les valeurs d'angles des deux groupes. Si une différence statistique existait, une régression logistique était utilisée afin de calculer l'Odds-ratio pour savoir quelle était la force de liaison entre valeur de l'angle scannographique et stabilité fracturaire. Les Odds-ratio étaient donnés avec leur intervalle de confiance à 95% et valeur p.

Afin de déterminer le seuil optimal pour le test de dépistage des fractures à risque de DS, la sensibilité (Se) et la spécificité (Sp) a été étudiée pour chaque mesure d'angle en les considérant une à une comme valeur seuil. Une courbe ROC a ainsi été tracée et la valeur d'angle seuil optimale était celle dont les coordonnées (1-Sp ;Se) étaient les plus éloignées de la courbe linéaire.

Afin de déterminer si l'angle ICF était valide en tant que test de dépistage des fractures à risque de déplacement secondaire, la sensibilité, la spécificité, la valeur prédictive positive (VPP) et la valeur prédictive négative (VPN) étaient calculées :

- Un vrai positif (VP) était considéré comme un patient avec un angle ICF inférieur ou égal à 135 degrés qui présentait un DS de sa fracture du col lors du suivi.
- Un faux positif (FP) était considéré comme un patient avec un angle ICF inférieur ou égal à 135 degrés qui ne présentait pas de DS de sa fracture du col lors du suivi.
- Un vrai négatif (VN) était considéré comme un patient avec un angle ICF strictement supérieur à 135 degrés qui ne présentait pas de déplacement secondaire de sa fracture du col lors du suivi.
- Un faux négatif (FN) était considéré comme un patient avec un angle ICF strictement supérieur à 135 degrés qui présentait un DS de sa fracture du col lors du suivi.

Afin de déterminer si la mesure de l'angle ICF était reproductible, la corrélation inter- et intra observateur était étudiée en utilisant des diagrammes de Bland-Altman (11). La moyenne des différences ainsi que les limites d'agrément (+/- 1,96 déviation standard) étaient calculées. Une différence de moins de 10 degrés était jugée comme acceptable. Pour plus de précision,

le coefficient Kappa de Cohen était aussi calculé pour la corrélation inter- et intra classe avec les intervalles de confiance à 95%.

Le niveau de significativité était fixé à 5%. Le logiciel utilisé pour les études statistiques était le logiciel SAS 9.13 (SAS institute, Cary, USA).

Résultats :

Etude descriptive (voir Tableau 1) :

Un DS était observé chez 22 patients (45%). Le délai moyen entre fracture et DS était de 13 jours (1-51 jours). La durée moyenne de suivi était de 4,1 mois (3-6 mois).

Etude analytique :

Il n'existait aucune différence statistiquement significative en ce qui concerne la valeur de l'angle TPCF entre les groupes « DS » et « absence de DS » (p=0,62). L'utilisation de l'angle TPCF n'a donc pas été étudiée comme potentiel test de dépistage des fractures à risque de DS.
Les patients présentant un DS avaient un angle ICF statistiquement inférieur aux patients ne présentant pas de DS (p=0,0011). L'utilisation de l'angle ICF a ainsi été étudiée comme potentiel test de dépistage des fractures à risque de DS.
Le seuil optimal pour le test de dépistage a été calculé à 135 degrés (Voir Fig. 3).
Les patients avec un angle ICF inférieur ou égal à 135 degrés avaient plus de risque de DS que les autres patients (OR=11,73 IC95% [3,04-45,28] p=0,004).
Pour un seuil de 135 degrés, le test de dépistage utilisant l'angle ICF montrait une Se de 72,73%, une Sp de 81,48%, une VPP de 76,29%, une VPN de 78,57%.
La reproductibilité de la mesure de l'angle ICF est évaluée par les diagrammes de Bland-Altman (Fig. 4 pour la corrélation intra-observateur et Fig. 5 pour la corrélation inter-observateur). Sur le diagramme, les limites d'agrément sont supérieures au seuil de 10° jugé comme acceptable par les auteurs. Cependant, l'observateur 1 et l'observateur 2 n'ont obtenu une mesure d'angle différente que 5 fois soit 10% de mesures et l'observateur 1 n'a obtenu des mesures différentes que 6 fois soit 12% de mesures. De plus, l'observateur 1 et l'observateur 3 n'ont classé différemment que quatre patients (8%) et seulement trois patients (6%) ont été classés différemment par l'observateur 1. La moyenne des différences était proche du zéro (-0, 62 et -0,43) montrant qu'il n'y avait pas de tendance à sur- ou sous-estimer les mesures d'angles entre l'observateur 1 et l'observateur 3 ou entre l'observateur 1 à des temps différents. Le coefficient Kappa de Cohen pour la corrélation intra-classe était de 0,94 IC95%[0,90-0,97]. Le coefficient Kappa de Cohen pour la corrélation inter-classe était de 0,90 IC95%[0,83-0,94].

Discussion :

Résumé :

Au sujet des fractures Garden 1 du col fémoral du sujet âgé (>65 ans) notre étude montre que :

- Le traitement fonctionnel est à fort risque de déplacement secondaire (45%).
- La valeur de l'angle TPCF sur le scanner ne peut pas être considéré comme un facteur prédictif de DS
- La valeur de l'angle ICF sur le scanner est un facteur pronostic de DS :
    - Si ICF ≤ 135 degrés, les fractures sont plus susceptibles de se déplacer.
    - Si ICF > 135 degrés, les fractures sont moins à risque de déplacement.
- La mesure de l'angle ICF sur le scanner peut être utilisée comme test de dépistage des fractures à risque de DS. Ce test est fiable et reproductible.

Points forts :

La mesure de l'angle ICF permet donc préciser les indications du traitement fonctionnel des fractures cervicales vraies Garden 1 du sujet âgé en limitant le nombre de déplacements secondaires.

Le traitement fonctionnel de ces fractures reprend ainsi toute sa place car en effet il ne présente pas plus de complications à titre de nécrose avasculaire (11,3%) (4) ou de pseudarthrose (2,3%) (12) que les ostéosynthèses. Il a été montré dans une étude multicentrique prospective (10) que les niveaux d'autonomie entre les patients traités chirurgicale ment et orthopédique ment étaient les mêmes (Score de parker 5 et 5,5 respectivement). Ainsi grâce à l'utilisation de la mesure de l'angle ICF, on évite aux patients répondeurs toute la morbi-mortalité inhérente au traitement chirurgical tout en garantissant des taux de consolidation et une autonomie similaire à celui des ostéosynthèses.

Limitations :

La durée moyenne de suivi de notre étude (4,1 mois ; 3mois - 8mois) peut paraître insuffisante, cependant aucun cas de DS des fractures Garden 1 traitées orthopédiquement n'a été observé dans la littérature à plus de 68 jours (13).

Nous avons montré que la reproductibilité de la mesure de l'angle ICF était bonne, cependant elle pourrait être améliorée en s'aidant d'un radiologue et en disposant de coupes scanographique natives.

Notre étude est basée sur un faible nombre de sujets ce qui induit un biais de manque de puissance. La réalisation d'une nouvelle étude basée sur une cohorte de plus fort effectif serait souhaitable pour plus de pertinence statistique.

Validité externe :

L'âge moyen des patients dans notre étude était de 84,8 ans ce qui est légèrement supérieur à celui rencontré dans les études analogues (82,8 ans pour Buord et al. (14)). Le sex ratio montre une prépondérance de sujets féminins (0,11) ce qui est en accord avec l'étude de Buord (14) (0,15).

Le taux de DS des fractures du col Garden 1 traitées fonctionnellement était supérieur à celui de l'étude Xu et al. (2) (45% vs 30%) mais similaire à celui de l'étude de Vereyen et al.(15) (45% vs 47,7%)

L'angle TPCF a été décrit par Palm et al. (8) comme étant un facteur prédictif de DS des fractures Garden 1 traitées par ostéosynthèse. Cependant Lapidus et al. (16) n'ont pas corroboré ce résultat, tout comme notre étude dans le cadre des DS des fractures Garden 1 en traitement orthopédique.

Ouverture :

Le test de dépistage des fractures Garden 1 instables décrit dans cet article pourrait donc être utilisé pour préciser les indications du traitement orthopédique des fractures Garden 1 mais aussi les indications des ostéosynthèses des fractures Garden 1 et 2.

Une arthroplastie d'emblée serait proposée aux fractures dépistées comme étant instables (Angle ICF≤135°) et éviterait ainsi les DS des traitements orthopédiques et les echecs des ostéosynthèses ce qui éviterait finalement le recours aux « arthroplasties de sauvetage» dont les résultats en terme de morbi-mortalité sont mauvais (6).

La réalisation systématique d'un scanner ainsi que la nécessité d'un suivi rapproché de tous ces patients représente un surcoût manifeste. Cependant il est à contrebalancer avec le coût de la prise en charge des échecs de traitements fonctionnels ou d'ostéosynthèses qui engendrent de plus longs séjours hospitaliers et des traitements chirurgicaux plus complexes. Même si le coût de revient final d'une arthroplastie intermédiaire de hanche est faible du fait de la necessité d'un suivi plus court, le recours d'emblée à une arthroplastie pour toute fracture Garden1 ne parait pas légitime compte tenu des risques inhérents au geste chirurgical qui sont non négligeables. Une étude d'impact économique semble nécessaire.

Conclusion :

La mesure scanographique de l'angle ICF permet de préciser les indications du traitement fonctionnel des fractures Garden 1 du sujet de plus de 65ans :

- Les patients avec un angle ICF de plus de 135 degrés pourront bénéficier d'un traitement fonctionnel avec succès ce qui leur évitera une chirurgie « inutile » et potentiellement génératrice de complications.
- Les patients avec un angle ICF inférieur ou égal à 135 degrés sont à fort risque de déplacement secondaire et devront bénéficier d'un geste chirurgical de stabilisation ou d'une arthroplastie intermédiaire de hanche.

Conflit d'intêret : aucun.

Financement : aucun

Contribution : Tous les auteurs ont contribué de manière égale à ce travail.

Tableau :

Tableau 1: Patients, démographie, DS, et étude scanographique.

	Groupe DS	Groupe pas de SD	Total
Âge moyen (extrêmes)	84.5 (65 - 95)	85 (65 - 95)	84.8 (65-95)
Sex ratio H/F	0/22	5/22	5/44
Angle ICF moyen (extrêmes)	129.8 (95 - 180)	150 (101 - 190)	141.66 (95- 190)
≤135° n (%)	16 (72%)	5 (19%)	21 (43%)
>135° n (%)	6 (28%)	22 (81%)	28 (57%)
Angle TPCF (extrêmes)	9.7 (-29 - 8)	8.7 (-42 - 9)	9.21 (-41-9)

Figures:

Figure 1: Mesure de l'angle TPCF. A droite angle TPCF majeur (41°). A gauche angle TPCF mineur (8.8°).

Figure 2: Mesure de l'angle ICF. A gauche : Angle ICF mineur (123°). A droite : Angle ICF majeur (167°)

Figure 3 : Détermination du seuil optimal d'angle ICF par la Courbe ROC (Receiving Operator Characteristic) : le point le plus distant de la courbe est celui correspondant à un seuil ≤ 135° .

Figure 4: Diagramme de Bland-Altman pour corrélation Intra-observateur.

Figure 5 : Diagramme de Bland-Altman pour corrélation Inter-observateur.

Références :

1. Brutel C, Omalek L. Demographic projections for France, its regions and departments on the horizon in 2030. INSEE 2003 data, insee.fr/fr/ffc/docs ffc/irsoc016.pdf.

2. Xu DF, Bi FG, Ma CY, Wen ZF, Cai XZ. Systematic review of undisplaced femoral neck fracture treatments for patients over 65 years of age, with a focus on union rates and avascular necrosis. J Orthop Surg Res 2017;12:28

3. Conn KS, Parker MJ. Undisplaced intracapsular hip fractures: results of internal fixation in 375 patients. Clin Orthop Relat Res 2004;421:249–54.

4. Raaymakers EL, Marti RK. Non-operative treatment of impacted femoral neck fractures. A prospective study of 170 cases. J Bone Joint Surg Br 1991;73(6):950–4.

5. Hui AC, Anderson GH, Choudhry R, Boyle J, Gregg PJ. Internal fixation or hemiarthroplasty for undisplaced fractures of the femoral neck in octogenarians. J Bone Joint Surg Br 1994;76:891–4.

6. **McKinley JC, Robinson CM.** Treatment of displaced intracapsular hip fractures with total hip arthroplasty: comparison of primary arthroplasty with early salvage arthroplasty after failed internal fixation. J Bone Joint Surg Am 2002;84:2010–5.

7. Heetveld MJ, Raaymakers EL, Luitse JS, Nijhof M, Gouma DJ. Femoral neck fractures: can physiologic status determine treatment choice? Clin Orthop 2007;461:203–12.

8. Parker MJ, Dynan Y. Is Pauwels classification still valid? Injury 1998;29:521–3.

9. Palm H, Gosvig K, Krasheninnikoff M, Jacobsen S, Gebuhr P. A new measurement for posterior tilt predicts reoperation in undisplaced femoral neck fractures: 113 consecutive patients treated by internal fixation and followed for 1 year. Acta Orthop 2009;80:303–307

10. Simon P, Gouin F, Veillard D, et al. Femoral neck fractures in patients over 50 years old. Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot. 2008;94:S108–32.

11. Bland JM, Altman DG. Statistical methods for assessing agreement between two methods

of clinical measurement. Lancet 1986;1: 307–10.

12. Bentley G. Treatment of non-displaced fractures of the femoral-neck. Clin Orthop Relat Res 1980;152:93–101.

13. Shugiang M, Kunzheng W, Zhichao T, Mingyu Z, Wei W. Outcome of non-operative management in Garden I femoral neck fractures. Injury. 2006;37:974–8.

14. Buord JM, Flecher X, Parratte S, Boyer L, Aubaniac JM, Argenson JN. Garden I femoral neck fractures in patients 65 years old and older: is conservative functional treatment a viable option? Orthop Traumatol 2010;96:228–34.

15. Verheyen CC, Smulders TC, van Walsum AD. High secondary displacement rate in the conservative treatment of impacted femoral neck fractures in 105 patients. Arch Orthop Trauma Surg 2005;125:166–8.

16. Lapidus LJ, Charalampidis A, Rundgren J, Enocson A. Internal fixation of Garden I and II femoral neck fractures: Posterior tilt did not influence the reoperation rate in 382 consecutive hips followed for a minimum of 5 years. J Orthop Trauma 2013;27:386–391