

# Análise de concordância das classificações das fraturas de tornozelo do adulto

## Concordance analysis of adult ankle fracture classifications

Antonio Candido de Paula Neto<sup>1</sup>, Douglas Hideki Ikeuti<sup>1</sup>, Augusto Braga dos Santos<sup>2</sup>, Rui dos Santos Barroco<sup>1</sup>, Bruno Rodrigues de Miranda<sup>1</sup>, Rafael Rocha Macedo<sup>1</sup>

1. Faculdade de Medicina do ABC, Santo André, SP, Brasil.

2. Hospital Ortopédico de Goiânia, Goiânia, GO, Brasil.

### RESUMO

**Objetivo:** Analisar a concordância inter-observador entre médicos de um serviço de ortopedia e traumatologia com conhecimento e treinamento nas classificações de fraturas de tornozelo de adultos, através de avaliação radiográfica.

**Métodos:** Foi realizado um estudo transversal em que foram estudados prontuários de 20 pacientes com diagnóstico de fratura de tornozelo no ano de 2016 (uni, bi ou trimaleolar), com idade acima de 18 anos ou fises fechadas. As radiografias que preencheram os critérios foram analisadas e classificadas de acordo com as classificações de Danis-Weber, Lauge-Hansen e *Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen - Orthopaedic Trauma Association* (AO-OTA), por dois residentes do primeiro ano, dois residentes do segundo ano, dois residentes do terceiro ano e dois preceptores do serviço. As condições para os observadores foram idênticas e executadas individualmente uma vez. Para avaliação da concordância foi utilizado o coeficiente Kappa (K).

**Resultados:** Os resultados obtidos foram: nas classificações de Danis-Weber e Lauge-Hansen obteve-se grande concordância inter-observador, com valores de K iguais a 0.69 e 0.64, respectivamente. Quanto à classificação AO-OTA obteve-se concordância moderada com K = 0.47.

**Conclusão:** A classificação de Danis-Weber foi a mais confiável entre as três. A classificação da AO-OTA foi a que teve menor concordância, sendo a menos confiável, e a classificação de Lauge-Hansen ficou em uma posição intermediária.

**Nível de Evidência III; Estudos Diagnósticos; Estudo de pacientes não consecutivo; sem padrão de referência "ouro" aplicado uniformemente.**

**Descritores:** Fratura do tornozelo/classificação; Fratura de tornozelo/diagnóstico por imagem; Variações dependentes do observador; Traumatismos do tornozelo; Reprodutibilidade dos testes.

### ABSTRACT

**Objective:** To analyze the interobserver agreement among physicians in an orthopedy and traumatology service with knowledge and training in adult ankle fracture classifications through radiographic evaluation.

**Methods:** A cross-sectional study was carried out in which the records of 20 patients with a diagnosis of ankle fracture in 2016 (uni-, bi- or trimalleolar), aged older than 18 years or with a closed physis, were studied. The radiographs that met the criteria were analyzed and classified according to the Danis-Weber (DW), Lauge-Hansen (LH) and *Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen/Orthopaedic Trauma Association* (AO/OTA) classifications by two first-year residents, two second-year residents, two third-year residents and two preceptors of the service. The conditions were identical for the observers and were performed individually once. The Kappa coefficient (K) was used to assess agreement.

**Results:** The results showed great interobserver agreement in the DW and LH classifications, with K values equal to 0.69 and 0.64, respectively. The AO/OTA classification showed moderate agreement, with K = 0.47.

**Conclusion:** The DW classification was the most reliable among the three classifications. The AO/OTA classification showed the lowest agreement and was the least reliable, and the LH classification was in between the others.

**Level of Evidence III, Diagnostic Studies; Study of non consecutive patients; without consistently applied reference "gold" standard.**

**Keywords:** Ankle fracture/classification; Ankle fracture/diagnostic imaging; Observer variation; Ankle injuries; Reproducibility of the tests.

Trabalho realizado na Faculdade de Medicina do ABC, Santo André, SP, Brasil.

**Correspondência:** Antônio Candido de Paula Neto. Rua Xingu, 415, Vila Valparaíso, CEP: 09060-050, Santo André, SP, Brasil

**Conflito de interesses:** não há. **Fonte de financiamento:** não há.

**Data de Recebimento:** 03/12/2018. **Data de Aceite:** 05/02/2019. **Online em:** 31/03/2019.



**Como citar esse artigo:** Paula Neto AC, Ikeuti DH, Santos AB, Barroco RS, Miranda BR, Macedo RR. Análise de concordância das classificações das fraturas de tornozelo do adulto. *Sci J Foot Ankle*. 2019;13(1):10-4.

## INTRODUÇÃO

As fraturas de tornozelo no adulto estão entre as mais encontradas atualmente, representando cerca de 10% de todas as fraturas. Apresentam uma incidência maior em homens jovens e mulheres idosas<sup>(1)</sup>. Tabagismo e índice de massa corporal (IMC) são importantes fatores de risco e preditores da fratura do tornozelo<sup>(2,3)</sup>.

A maioria das fraturas de tornozelo são unimaleolares (60-70%), seguida pelas fraturas bimaleolares (15-20%), com menor incidência e as trimaleolares (7-12%)<sup>(4,5)</sup>. O diagnóstico é feito a partir de radiografia simples. As principais incidências radiográficas utilizadas são: anteroposterior (AP), AP com 15° de rotação interna (mortalha tibiotalar) e perfil (lateral)<sup>(6)</sup>.

Três classificações são as mais utilizadas atualmente: Danis-Weber (DW), Lauge-Hansen (LH) e *Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen - Orthopaedic Trauma Association* (AO-OTA). A classificação da fratura em conjunto com a análise dos tecidos moles, contribuem para o manejo adequado desta enfermidade<sup>(6)</sup>. Estudos avaliam a reprodutibilidade dessas classificações, sendo a classificação de Danis-Weber a mais reprodutível<sup>(7,8)</sup>.

Os objetivos deste trabalho foram: (1) avaliar a concordância geral inter-observador nas três classificações radiográficas mais frequentemente utilizadas para fraturas do tornozelo (DW, LH e AO) e (2) analisar a concordância inter-observador de cada subtipo nas três classificações.

A motivação do estudo foi a dúvida sobre qual classificação mostra-se mais confiável e reprodutível, além de contribuir com dados para futuros estudos.

## MÉTODOS

Este trabalho obteve aprovação pelo Comitê de Ética, com registro na Plataforma Brasil, sob o número CAAE: 64525417.2.0000.0035 e atendeu a todos os requisitos em relação aos direitos dos seres humanos.

Este foi um estudo transversal, no qual foram avaliadas 20 radiografias de tornozelo do banco de dados do hospital, com diagnóstico radiográfico de fratura de tornozelo uni, bi e trimaleolar, do ano de 2016. Para localização das radiografias foi utilizado o banco de dados aleatoriamente que preenchesse os critérios estabelecidos.

Os critérios para escolha das radiografias foram: idade acima de 18 anos ou fises de crescimento fechadas, diagnóstico radiográfico de fratura de tornozelo e fraturas uni, bi ou trimaleolares nas incidências antero-posterior (AP) e lateral; foram determinados como critérios de exclusão: idade abaixo de 18 anos ou fises abertas, idade acima de 80 anos, sinal radiográfico de fratura patológica e fratura de pilão tibial.

As radiografias que preencheram os critérios foram analisadas e classificadas nas classificações de Danis-Weber, Lauge-Hansen e AO-OTA por dois residentes do primeiro ano, dois residentes do segundo ano, dois residentes do terceiro ano e dois preceptores do serviço. Todos os avaliadores tinham conhecimento prévio das classificações, com possibilidade de consulta das mesmas. As condições para os observadores foram idênticas e executadas individualmente uma vez.

A classificação de Danis-Weber divide as fraturas do tornozelo em três tipos, levando em consideração a altura do traço de fratura do maléolo lateral: a) abaixo da sindesmose, b) ao nível da sindesmose, c) acima da sindesmose<sup>(9,10)</sup>.

A classificação de Lauge-Hansen baseia-se na posição do pé e na direção da força deformante, dando origem a 4 grupos: Supinação-adução (SAD), supinação-rotação-externa (SRE), pronação-rotacão-externa (PRE) e pronação-abdução (PAB)<sup>(11,12)</sup>.

A classificação AO-OTA foi feita com base na classificação de Danis-Weber, determinada pelas linhas de fratura e localização na fíbula em relação ao nível da sindesmose, mais lesões da face medial e avulsões ligamentares da tibia distal. É dividida em: localização: segmento maleolar (44), e subdivida em 3 grupos principais: a) lesão infrasindestmótica, b) lesão transsindestmótica e c) lesão suprasindestmótica. Ainda é subdividida em: a1) isolada; a2) bifocal; a3) circunferencial; b1) lateral isolada; b2) lateral e medial; b3) lateral medial e posterior; c1) diafisária simples c2) multifragmentada; c3) proximal<sup>(6,13)</sup>.

A concordância entre os observadores foi analisada através do coeficiente Kappa (K), de acordo com a descrição de Landis<sup>(14)</sup>. O valor de K pode variar de -1 a +1 sendo que: K=1 indica concordância perfeita, K=0 demonstra ausência de concordância além do acaso e K<0 nenhuma concordância.

Os valores de K foram apresentados como valores absolutos e seus respectivos intervalos de confiança (IC 95%), além do valor de p. O valor de p foi considerado estatisticamente significativo quando  $p < 0,05$ , e indica que o valor obtido é estatisticamente diferente de 0 ( $K \neq 0$ ).

Para interpretação da concordância a partir do valor de K utilizamos os critérios descritos na tabela 1.

## RESULTADOS

Na tabela 2 são apresentados os valores gerais de Kappa, intervalo de 95% de confiança (IC 95 %) e p para cada uma das três classificações radiográficas utilizadas. As classificações de Danis-Weber e Lauge-Hansen apresentaram grande concordância inter-observador, enquanto que a classificação AO-OTA apresentou concordância moderada. O valor p foi de  $< 0,001$  nas três situações.

Quanto à classificação de DW, os três tipos de fratura apresentaram grande grau de concordância, todos com valor de p estatisticamente significativo (Tabela 3).

**Tabela 1.** Interpretação do Coeficiente Kappa (K).

Valores do Kappa	Interpretação da concordância
<0	Sem concordância
0-0.19	Desprezível
0.20-0.39	Leve
0.40-0.59	Moderada
0.60-0.79	Grande
0.80-1.00	Quase perfeita

Fonte: Landis & Koch, 1977.

**Tabela 2.** Resultado Kappa das análises gerais das classificações e concordâncias.

Classificação	Kappa (IC 95%)	Valor-p	Concordância
Danis-Weber	0.69 (0.63-0.76)	$< 0,001$	Grande
Lauge-Hansen	0.64 (0.58-0.70)	$< 0,001$	Grande
AO-OTA	0.47 (0.43-0.51)	$< 0,001$	Moderada

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos resultados da pesquisa.

**Tabela 3.** Resultado da análise da concordância de cada um dos três tipos de fratura de acordo com a classificação de Danis-Weber (DW).

Tipo de fratura de acordo com DW	K da categoria	IC (95%)	Valor -p
Tipo A	0.71	0.63 - 0.80	$< 0,001$
Tipo B	0.73	0.65 - 0.82	$< 0,001$
Tipo C	0.65	0.57 - 0.73	$< 0,001$

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos resultados da pesquisa.

A análise da concordância dos tipos de fratura propostos por Lauge-Hansen demonstrou que os tipos SRE, PRE e SAD apresentaram grande concordância inter-observador, com valores de K variando entre 0.63 e 0.79. Já o tipo PAB apresentou um valor de concordância desprezível ( $K=0.12$ ) (Tabela 4).

A avaliação da reprodutibilidade dos tipos de fratura de acordo com a AO-OTA evidenciou que, dos sete tipos presentes na amostra, dois apresentaram grande concordância (44B1 e 44B3), dois apresentaram moderada concordância (44C1 e 44C3), um apresentou leve concordância (44B2) e dois apresentaram concordância desprezível (44C2 e 44A1). Apenas o 44A1 apresentou p sem significância estatística (Tabela 5).

## DISCUSSÃO

As classificações das fraturas em ortopedia visam a alguns parâmetros, entre eles a facilidade de compreensão e a consequente concordância entre múltiplos observadores. Por estar entre as lesões mais comumente tratadas pelos cirurgiões ortopédicos, as fraturas de tornozelo, sua cuidadosa identificação bem como das lesões de partes moles são necessárias para o adequado tratamento<sup>(15-17)</sup>.

**Tabela 4.** Resultado da análise de concordância de cada um dos quatro tipos de fratura de acordo com a classificação de Lauge-Hansen (LH).

Tipo de fratura de acordo com LH	K da categoria	IC (95%)	Valor-p
SRE	0.76	0.67 – 0.84	$< 0,001$
PRE	0.63	0.54 – 0.71	$< 0,001$
PAB	0.12	0.04 – 0.20	0.004
SAD	0.79	0.70 – 0.87	$< 0,001$

SRE: supinação rotação externa; PRE: pronação rotação externa; PAB: pronação abdução; SAD: supinação adução.

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos resultados da pesquisa.

**Tabela 5.** Resultado da análise de concordância de cada um dos sete tipos de fratura de acordo com a classificação AO\*.

Tipo de fratura de acordo com a classificação AO	K da categoria	IC (95%)	Valor-p
44A1	0.02	0.06 – 0.10	0.59
44B1	0.61	0.53 – 0.70	$< 0,001$
44B2	0.28	0.20 – 0.36	$< 0,001$
44B3	0.64	0.55 – 0.72	$< 0,001$
44C1	0.50	0.41 – 0.58	$< 0,001$
44C2	0.17	0.10 – 0.26	$< 0,001$
44C3	0.54	0.46 – 0.63	$< 0,001$

\* Dos 9 tipos possíveis para classificação AO, não foram identificados casos que se enquadrassem nos tipos 44A2 e 44A3, na amostra avaliada.

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos resultados da pesquisa.

Na literatura encontramos trabalhos que avaliaram a variação na classificação intra e entre observadores das fraturas de tornozelo. Todos os estudos encontrados utilizaram o coeficiente Kappa para a análise da concordância, mostrando-se o mais confiável para se fazer a pesquisa<sup>(18-23)</sup>. Na literatura brasileira foram encontrados quatro estudos que fizeram uma análise semelhante<sup>(7,12,24,25)</sup>.

No estudo realizado analisou-se a concordância geral inter-observadores na classificação de Danis-Weber, classificação de Lauge-Hansen e na classificação AO-OTA e a concordância inter observador de cada categoria das classificações. Com base nos dados obtidos infere-se que na classificação de Danis-Weber obtivemos a maior concordância geral com o valor de 0.69, classificada por Landis como grande concordância, IC 95% = 0.63-0.76. Na classificação de Lauge-Hansen obtivemos concordância geral ligeiramente menor que a de Danis-Weber, com o valor de K=0,64, classificada como grande concordância, com IC 95% = 0.58-0.70. Na classificação da AO-OTA obtivemos a menor concordância geral, com o valor de 0.47, classificada como moderada concordância, com IC 95% de 0.43-0.51.

Na análise de cada categoria, a classificação de Danis-Weber mostrou-se mais confiável, tendo pouca variação da concordância nas três categorias A, B e C, com valor p estatisticamente significativo, mantendo-se na classificação de grande concordância em todas as categorias. A classificação de Lauge-Hansen apresentou uma variação intermediária na concordância, de acordo com as categorias, os tipos SRE, PRE e SAD apresentaram grande concordância, já o tipo PAB apresentou concordância desprezível, todos com valor p estatisticamente significativo. A classificação AO-OTA obteve a maior variação de concordância, quando analisado os subtipos, dois apresentaram grande concordância (44B1 e 44B3), dois apresentaram moderada concordância (44C1 e 44C3), um apresentou leve concordância (44B2), dois apresentaram concordância desprezível (44C2 e 44A1) e um tipo (44A1) apresentou p sem significância estatística.

O grande problema da classificação de Lauge-Hansen é que em muitos casos não se consegue, ao certo, concluir

o mecanismo de trauma que gerou a fratura<sup>(26)</sup>. As classificações de Danis-Weber e AO-OTA têm como dificuldades a definição da posição da sindesmo tibiofibular e a impossibilidade de classificação das também fraturas isoladas do maléolo medial<sup>(23)</sup>. A classificação da AO-OTA não é muito utilizada na prática clínica, por apresentar muitos subtipos (9 possibilidades) o que dificulta sua memorização e utilização no contexto de unidades de urgência/emergência. Devido principalmente a esses fatores observa-se diferentes interpretações nas classificações citadas. O uso rotineiro das classificações, aliado ao tempo, diminui consideravelmente os erros no momento da classificação<sup>(24)</sup>.

Com base nesses resultados, a classificação de Danis-Weber foi a mais concordante entre os observadores, sendo a mais reprodutível e mais confiável para a escolha de tratamentos. A classificação de Lauge-Hansen teve uma reprodutibilidade boa, mas menor que a de Danis-Weber. A classificação AO-OTA mostrou-se a menos concordante, portanto menos reprodutível.

Um estudo descoberto na literatura que comparou as três classificações obteve resultados ligeiramente diferentes, descobrindo uma reprodutibilidade moderada para todas as classificações, (Weber (K=0.49), AO (K=0.45) e Lauge-Hansen (K=0.47)). A diferença pode ser devida ao número maior de casos analisados (100), sendo que apenas quatro observadores tinham uma formação acadêmica semelhante<sup>(24)</sup>.

O estudo apresentou algumas limitações, como a pequena casuística, a não randomização e a não separação por grupos de acordo com a formação acadêmica.

## CONCLUSÃO

A concordância geral inter-observador foi maior nas classificações radiográficas de Danis-Weber e Lauge-Hansen, sendo as mais reprodutíveis. A concordância nos subtipos foi maior na classificação de Danis-Weber, intermediária na classificação de Lauge-Hansen e com grande variação nos subtipos da classificação da AO-OTA.

**Contribuição de autores:** Cada autor contribuiu individual e significativamente para o desenvolvimento deste artigo: ACPN \*(<https://orcid.org/0000-0001-8459-9601>) concebeu e planejou as atividades que levaram ao estudo, coleta de dados, redação do artigo, participou do processo de revisão, aprovou a versão final; DHI \*(<https://orcid.org/0000-0003-4337-0880>) coleta de dados, redação do artigo, interpretou os resultados do estudo, participou do processo de revisão, aprovou a versão final; ABS \*(<https://orcid.org/0000-0002-0773-9284>) participou do processo de revisão, aprovou a versão final; RSB \*(<https://orcid.org/0000-0002-2870-2261>) participou do processo de revisão, aprovou a versão final; BRN \*(<https://orcid.org/0000-0002-5306-2972>) interpretou os resultados do estudo, participou do processo de revisão, aprovou a versão final; RRM \*(<https://orcid.org/0000-0002-2563-2085>) participou do processo de revisão, aprovou a versão final. \*ORCID (Open Researcher and Contributor ID).

## REFERÊNCIAS

1. Jensen SL, Andresen BK, Mencke S, Nielsen PT. Epidemiology of ankle fractures. A prospective population-based study of 212 cases in Aalborg, Denmark. *Acta Orthop Scand*. 1998;69(1):48-50.
2. Valtola A, Honkanen R, Kröger H, Tuppurainen M, Saarikoski S, Alhava E. Lifestyle and other factors predict ankle fractures in perimenopausal women: a population-based prospective cohort study. *Bone*. 2002;30(1):238-42.
3. Honkanen R, Tuppurainen M, Kröger H, Alhava E, Saarikoski S. Relationships between risk factors and fractures differ by type of fracture: a population-based study of 12,192 perimenopausal women. *Osteoporos Int*. 1998;8(1):25-31.
4. Daly PJ, Fitzgerald RH Jr, Melton LJ, Ilstrup DM. Epidemiology of ankle fractures in Rochester, Minnesota. *Acta Orthop Scand*. 1987; 58(5):539-44.
5. Court-Brown CM, McBurnie J, Wilson G. Adult ankle fractures--an increasing problem? *Acta Orthop Scand*. 1998;69(1):43-7.
6. Court-Brown CM, Heckman JD, McQueen MM, Ricci WM. *Rockwood and Green's fractures in adults*. 8<sup>th</sup>ed Philadelphia: Wolters Kluwer; 2015. p.2541-2560.
7. Tenório RB, Mattos CA, Araújo LHC, Belangero WD. Análise da reprodutibilidade das classificações de Lauge-Hansen e Danis-Weber para fraturas de tornozelo. *Rev Bras Ortop*. 2001; 36(11/12):434-7.
8. Michelson JD. Fractures about the ankle. *J Bone Joint Surg Am* 1995; 77:142.
9. Danis R. Les fractures malleolaires. In: Danis R, editor. *Théorie et pratique de l'ostéosynthèse*. Masson; Paris: 1949. p. 133-165.
10. Weber BG. *Die Verletzungen des oberen Sprunggelenkes*. 2<sup>nd</sup>ed. Berne: Verlag Hans Huber; 1972.
11. Lauge-Hansen N. Ligamentous ankle fractures. Diagnosis and treatment. *Acta Chir Scand*. 1949;97(6):544-50.
12. Pimenta LSM. *Estudo experimental e radiográfico das fraturas maleolares do tornozelo baseado na classificação de Lauge-Hansen [Dissertação]*. São Paulo: Departamento de Ortopedia e Traumatologia da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo; 1991.
13. Barbosa P, Bonnaire F, Kojima K. Diagnosis. In: Krikler S, editor. *Malleoli*. Davos, Switzerland: AO Foundation; 2016. Available at: <https://www2.aofoundation.org/wps/portal/surgery?showPage=diagnosis&bone=Tibia&segment=Malleoli>.
14. Landis JR, Koch GG. The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics*. 1977;33(1):159-74.
15. Joy G, Patzakis MJ, Harvey JP Jr. Precise evaluation of the reduction of severe ankle fractures. *J Bone Joint Surg Am*. 1974;56(5):979-93.
16. Pettrone FA, Gail M, Pee D, Fitzpatrick T, Van Herpe LB. Quantitative criteria for prediction of the results after displaced fracture of the ankle. *J Bone Joint Surg Am*. 1983;65(5):667-77.
17. Phillips WA, Schwartz HS, Keller CS, Woodward HR, Rudd WS, Spiegel PG, Laros GS. A prospective, randomized study of the management of severe ankle fractures. *J Bone Joint Surg Am*. 1985;67(1):67-78.
18. Lindsjö U. Classification of ankle fractures: Lauge-Hansen or AO system? *Clin Orthop Relat Res*. 1985;(199):12-6.
19. Thomsen NO, Overgaard S, Olsen LH, Hansen H, Nielsen ST. Observer variation in the radiographic classification of ankle fractures. *J Bone Joint Surg Br*. 1991;73(4):676-8.
20. Alexandropoulos C, Tsourvakas S, Papachristos J, Tselios A, Soukoulis P. Ankle fracture classification: an evaluation of three classification systems: Lauge-Hansen, A.O. and Broos-Bisschop. *Acta Orthop Belg*. 2010;76(4):521-5.
21. Juto H, Möller M, Wennergren D, Edin K, Apelqvist I, Morberg P. Substantial accuracy of fracture classification in the Swedish Fracture Register: Evaluation of AO/OTA-classification in 152 ankle fractures. *Injury*. 2016;47(11):2579-2583.
22. Craig WL 3rd, Dirschl DR. Effects of Binary Decision Making on the Classification of Fractures of the Ankle. *J Orthop Trauma* 1998;12: 280-283.
23. Verhage SM, Rhemrev SJ, Keizer SB, Quarles van Ufford HM, Hoogendoorn JM. Interobserver variation in classification of malleolar fractures. *Skeletal Radiol*. 2015;44(10):1435-9.
24. Fonseca LLD, Nunes IG, Nogueira RR, Martins GEV, Mesencio AC, Kobata SI. Reproducibility assessment of the Lauge-Hansen classification for ankle fractures. *Sci J Foot Ankle*. 2018;12(1):24-8.
25. Fonseca LLD, Nunes IG, Nogueira RR, Martins GEV, Mesencio AC, Kobata SI. Reproducibility of the Lauge-Hansen, Danis-Weber, and AO classifications for ankle fractures. *Rev Bras Ortop*. 2018;53(1): 101-106.
26. Boszczyk A, Fudalej M, Kwapisz S, Klimek U, Maksymowicz M, Kordasiewicz B, Rammelt S. Ankle fracture - Correlation of Lauge-Hansen classification and patient reported fracture mechanism. *Forensic Sci Int*. 2018;282:94-100.