

# Böhler's Angle—Comparison Between the pre- and Postoperative in Displaced Intra-Articular Calcaneal Fractures \*

[Pedro José Labronici](#),<sup>1,2</sup> [Guilherme Guerra Pinheiro de Faria](#),<sup>1</sup> [Bruno Miranda Pedro](#),<sup>1</sup> [Marcos Donato Franco de Araújo Serra](#),<sup>1</sup> [Robinson Esteves Santos Pires](#),<sup>3</sup> and [Jorge Luiz Tamontini](#)<sup>4</sup>

[Author information](#) [Article notes](#) [Copyright and License information](#) [Disclaimer](#)

## Abstract

---

**Objective** To compare pre- and postoperative variation of radiographic measurements of the Böhler angle (BA) in fractures with two types of deviations: severe and moderate.

**Methods** Pre- and postoperative BAs in 31 calcaneal fracture radiographs were retrospectively analyzed. A total of 4 patients were female (6.5%) and 26 were male (83.9%), with age ranging from 23 to 72 years old, and a mean age of 44.5 years old.

**Results** The results show that the postoperative BA was significantly larger than the preoperative BA ( $p = 0.000$ ). At the intraevaluator and overall assessments, the postoperative BA was, on average,  $10.6^\circ$  higher than the preoperative measure. The postoperative angle was, on average, 108% higher than the preoperative angle. In the global assessment, the agreement between evaluators was excellent, both regarding the estimated point value (0.98) and the intraclass correlation (ICC) confidence interval (CI).

**Conclusion** In the global analysis, the postoperative BAs were, on average, significantly higher than the preoperative measurements. The farther from the normal range ( $20^\circ$  to  $40^\circ$ ) the preoperative angle is, the greater the difference after the surgery. When the preoperative angle was normal, the postoperative angle was, on average, 1.28 times the preoperative measurement. If the preoperative BA was abnormal, the postoperative angle was, on average, 17.3 times the preoperative measurement. It was demonstrated that more severe fractures present better anatomic results when compared with moderate fractures. The present study also confirms a good interobserver correlation for the BA.

**Keywords:** calcaneus, fractures bone, intra-articular fractures, radiography

## Introduction

---

The calcaneus is the most frequently traumatized bone, and represents 60% of the hindfoot fractures. These fractures comprise ~ 1 to 2% of all fractures, and approximately 75% present an intra-articular component, with important consequences for the patients. <sup>1</sup>

The Böhler angle (BA) is the complementary angle formed by two lines: (a) a line between the highest region of the anterior process and the highest part of the posterior articular surface and (b) a line between the same point on the posterior articular surface

and the most superior point of the calcaneus tuberosity. The BA usually ranges from 20° to 40°. <sup>2 3 4 5 6</sup> It is often used in profile radiographs to assess the degree and severity of intra-articular deformity deviated from the calcaneus, and it helps to confirm the outcome of the reduction in postoperative radiographs. <sup>7 8 9 10 11</sup> Some authors suggest that the restoration of the BA improves outcomes and indicate its prognostic value in the postoperative period of the fracture and in the subtalar joint arthrodesis. <sup>2 3 4 5 6 12 13</sup>

According to the literature, the BA assists the clinical outcome by correlating the variations between preoperative and postoperative measurements. <sup>8 9 10 11</sup> Knight et al <sup>14</sup> have shown that papers on BA have good intraobserver reliability. The present study aims to compare the BA variation in pre- and postoperative radiographic measurements in fractures with severe and moderate deviation.

[Go to:](#)

## Material and Methods

---

From April 2015 to June 2017, 31 pre- and postoperative radiographs of calcaneal fractures were retrospectively analyzed. The present study was submitted to and authorized by the Ethics Committee of the Hospital and informed consent forms were not required since data were extracted from medical records and radiographs.

The inclusion criteria were deviated calcaneal fractures, age > 18 years old, and treatment within 3 weeks after the fracture. The exclusion criteria were incomplete or poor quality radiographs, previous or pathological fractures, open fractures, medical contraindication for surgery, and calcaneal fractures with concomitant involvement of the ankle or foot bones. All of the procedures were performed through the extended lateral approach.

The BA was measured on pre- and postoperative radiographs of patients with calcaneal fractures. Angles between 20° and 40° were considered within an acceptable limit, and the measurements were analyzed by 2 independent researchers (3<sup>rd</sup> year medical residents).

The study sample consisted of 31 patients, 4 females (6.5%) and 26 males (83.9%). Among the 31 patients, 1 had no recorded information on gender and age. The frequency distribution of the age of the patients by gender and the global distribution are shown in [Table 1](#), and the age distribution is shown in [Table 2](#). Patients were between 23 and 72 years old, with a mean age of 44.5 years old, a median age of 46 years old, standard deviation (SD) of 11.3, and coefficient of variation of 0.25, evidencing moderate age variability. The age group was of between 40 and 48 years old, concentrating 43.3% of the sample.

**Table 1**

### **Age frequency distribution of the patients**

Age (years old)	Global		Female		Male	
	Absolute frequency	Relative frequency	Absolute frequency	Relative frequency	Absolute frequency	Relative frequency
22–30	3	10.0%	1	25.0%	2	7.7%
31–39	6	20.0%	0	0.0%	6	23.1%
40–48	13	43.3%	0	0.0%	13	50.0%
49–57	6	20.0%	2	50.0%	4	15.4%
58–64	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%
65–73	2	6.7%	1	25.0%	1	3.8%

**Table 2**

**Main statistical values regarding the distribution of the age of the patients**

Mean	Median	SD	Minimum	Maximum	CV
44.5	46.0	11.3	23.0	72.0	0.25

Abbreviation: CV, coefficient of variation; SD, standard deviation.

[Go to:](#)

## Methodology

---

The variables of the present study are BA measurements made by two evaluators from radiographic examinations of severe and moderate deviated calcaneal fractures. The collected data constituted a database analyzed with IBM SPSS Statistics for Windows, Version 22.0 (IBM Corp., Armonk, NY) and with Microsoft Excel 2007 (Microsoft Corporation, Redmond, WA, USA).

For the sample characterization and the descriptive analysis of the behavior of the variables, data were synthesized through descriptive statistics (mean, median, minimum, maximum, SD, and coefficient of variation [CV]), descriptive graphs, and frequency distributions. The distribution variability of one variable was considered low if  $CV < 0.20$ ; moderate if  $0.20 \leq CV < 0.40$ ; and high if  $CV \geq 0.40$ .

In the inferential analysis, the normality hypothesis of measurement distribution was verified by the Kolmogorov-Smirnov test and by the Shapiro-Wilk test. The test distribution was considered normal when both tests consistently concluded so. The preoperative BA measurements were compared with the postoperative values, and both were compared between the two evaluators. When the two measures had normal distributions, they were compared in pairs by a paired Student-t test. When at least one of the measures did not have normal distribution, the two paired measures were compared using the Wilcoxon test.

The agreement analysis was performed between the measurements of the two evaluators by quantifying the raw agreement (percentage of cases in which the two measurements are equal, that is, in which D, the difference between the two measures, is equal to 0) and the intraclass correlation coefficient (ICC). The ICC expresses the total variability proportion, which is due to the variability between units. In assessing the agreement between 2 measures, such as the agreement between the angle measured by evaluator 1 and evaluator 2, the ICC can be interpreted as a measure of agreement, as it determines the distance between the 2 measurements and a 45° straight line to which agreement would be perfect, since both measures would be equal. The ICC was calculated in the two-way mixed analysis of variance (ANOVA) model, and the study interest was “consistency analysis”. The ICC agreement was classified as follows:

- $0.00 \leq ICC \leq 0.20$  = poor agreement
- $0.20 < ICC \leq 0.40$  = reasonable agreement
- $0.40 < ICC \leq 0.60$  = good agreement
- $0.60 < ICC \leq 0.80$  = very good agreement
- $0.80 < ICC \leq 1.00$  = excellent agreement

The imprecision estimative from the ICC was analyzed by its confidence interval (CI) at the 95% level, while significance was evaluated by an ICC F test. The agreement was considered significantly good if the ICC was significantly non-zero and if its point value and all of the CI values at a 95% confidence level were at least at the “good agreement” level.

All of the discussions considered a maximum significance level of 5% (0.05), that is, the null hypothesis was rejected whenever the test-associated *p-value* was  $< 0.05$ . In tests with asymptotic and exact *p-value*, the latter was considered.

## Results

---

### Descriptive Analyses of Angle Measurements

[Table 3](#) shows the *p-values* of the normality tests for BA distributions measured by the two evaluators and for the overall distribution (i.e., regardless of the evaluator). Since all of the *p-values* were  $> 5.0\%$ , it is concluded that all of the BA measurements, both pre- and postoperative, either from the 2 evaluators or the overall values, follow normal distribution. Therefore, any inferential analysis comparing BAs used the parametric approach.

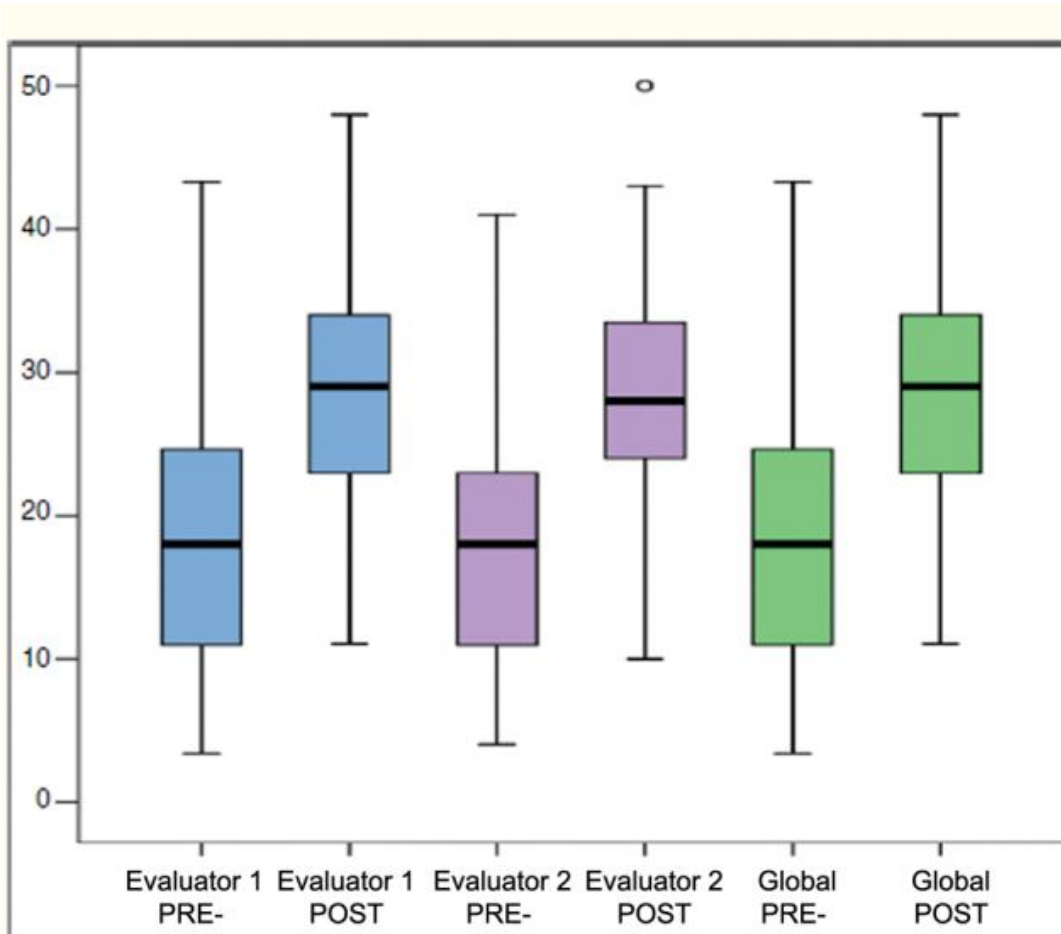
Table 3

#### Normality tests for pre- and postoperative Böhler angle distribution for each evaluator and global distribution

Evaluator	Angle	<i>p-value</i> for the Kolmogorov-Smirnov test	<i>p-value</i> for the Shapiro-Wilk test	Normal distribution
1	Pre	0.200	0.196	Yes
	Post	0.200	0.987	Yes
2	Pre	0.200	0.361	Yes
	Post	0.200	0.922	Yes
Global	Pre	0.200	0.051	Yes
	Post	0.200	0.936	Yes

The main statistics of the distributions of pre- and postoperative BA measurements for each evaluator and the global distribution (regardless of the evaluator) are shown

in [Table 4](#) . Since all of the CVs were  $> 0.20$ , the BA measurements present high sample variability. The BA distributions according to each evaluator and the global distribution are shown in the boxplot graphs in [Fig. 1](#) . The boxplot of postoperative angle measurements from evaluator 2 shows that the maximum value of  $50^\circ$  is an outlier, a discrepant value ( $\circ$ ) from the other patients. The graphs and statistics demonstrate that the angle increased after the surgery, and that the effect is significant. A paired Student-t test for pre- and postoperative measurements showed that the postoperative BAs are significantly higher than the preoperative BAs ( $p = 0.000$  in all comparisons).



[Open in a separate window](#)

[Fig. 1](#)

Distributions of pre- and postoperative Böhler angle measurements for each evaluator and global distribution.

Table 4

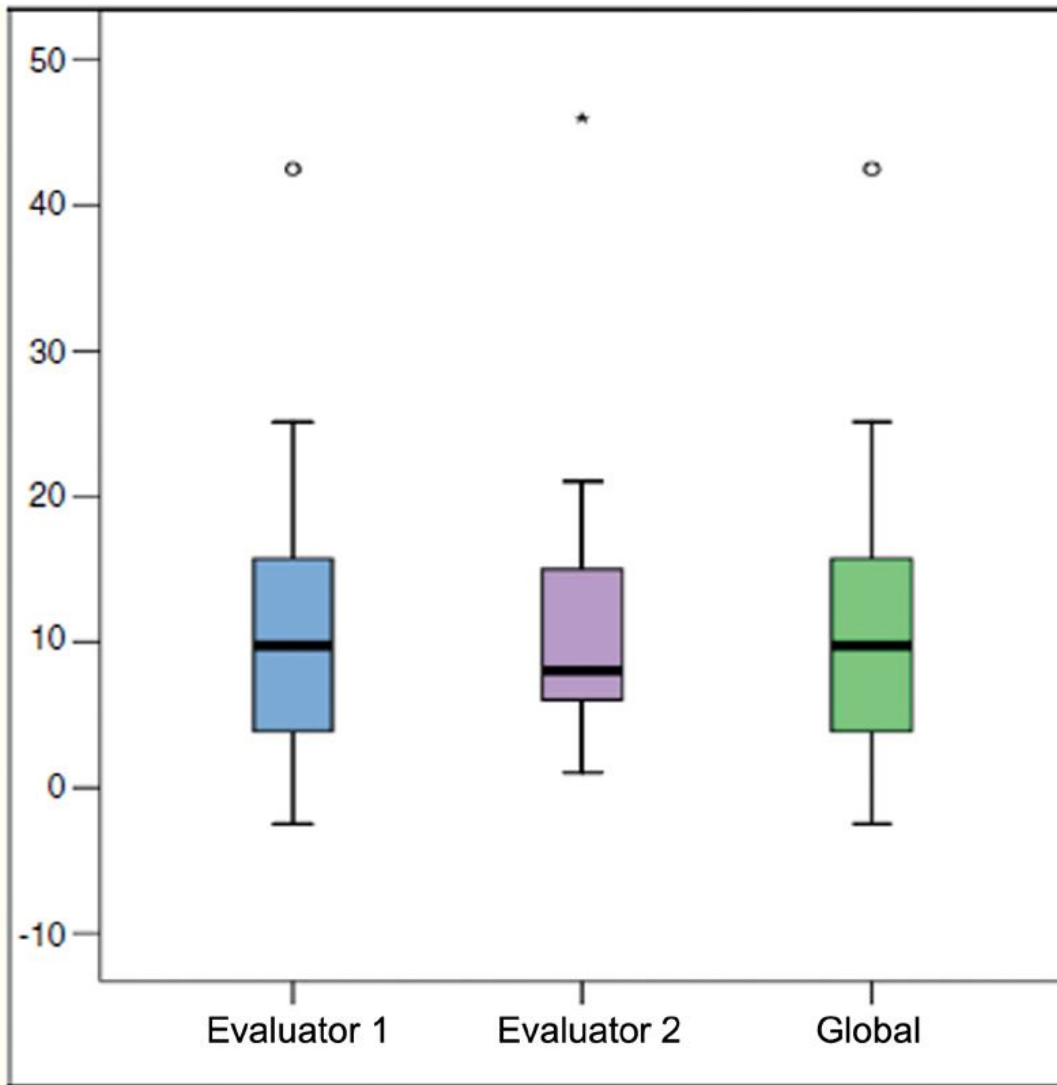
**Main statistical values regarding pre- and postoperative Böhler angle distribution for each evaluator and global distribution**

Evaluator	Evaluation	Mean	Median	Minimum	Maximum	SD	CV	<i>p-value</i>
1	Pre	18.5	18.0	3.4	43.3	9.4	0.51	0.000
	Post	28.9	29.0	11.1	48.0	8.3	0.29	
2	Pre	18.2	18.0	4.0	41.0	8.9	0.49	0.000
	Post	28.8	28.0	10.0	50.0	8.8	0.31	
Global	Pre	18.4	18.0	3.4	43.3	9.1	0.49	0.000
	Post	29.0	29.0	10.0	50.0	8.5	0.29	

Abbreviation: CV, coefficient of variation; SD, standard deviation.

a A paired Student-t test compared pre- and postoperative measurements.

According to both evaluators and at the overall analysis, the postoperative BA value is, on average,  $10.6^\circ$  higher than in the preoperative period. The statistics of the angle differences, both per evaluator and at the overall analysis, is shown in [Table 5](#). For 2 observations from evaluator 1, the postoperative angle was smaller than the preoperative angle. The variability of the difference between angles is very high ( $CV > 0.80$ ), and the largest differences found,  $> 40^\circ$ , are very atypical and constitute outliers in the distributions ([Fig. 2](#)). The differences between the measurements of the angles do not follow a normal distribution, since they presented *p-values*  $< 5\%$  for both normality tests and both evaluators. Comparing the differences between pre- and postoperative BA values according to 2 evaluators by the Wilcoxon test,  $p = 0.761$  was obtained. It was concluded, therefore, that there was no significant difference between the variations of the angles from the two evaluators.



[Open in a separate window](#)

Fig. 2

Distributions of pre- and postoperative Böhler angle measurement differences for each evaluator and global distribution.

Table 5

**Main statistical values regarding the difference between pre- and postoperative Böhler angle measurements for each evaluator and global distribution**

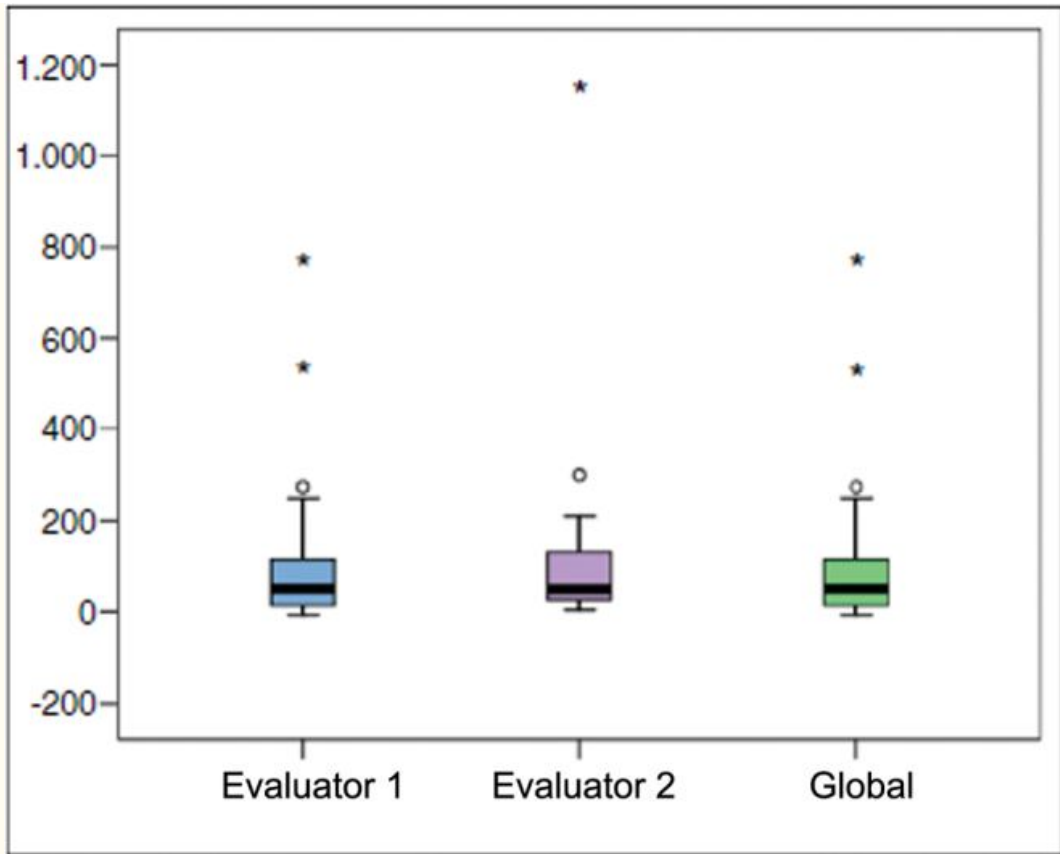
Evaluator	Mean	Median	Minimum	Maximum	SD	CV
1	10.6	9.8	-2.5	42.5	9.2	0.87



Evaluator	Mean	Median	Minimum	Maximum	SD	CV
2	10.6	8.0	1.0	46.0	8.6	0.81
Global	10.6	8.0	-2.5	46.0	8.8	0.83

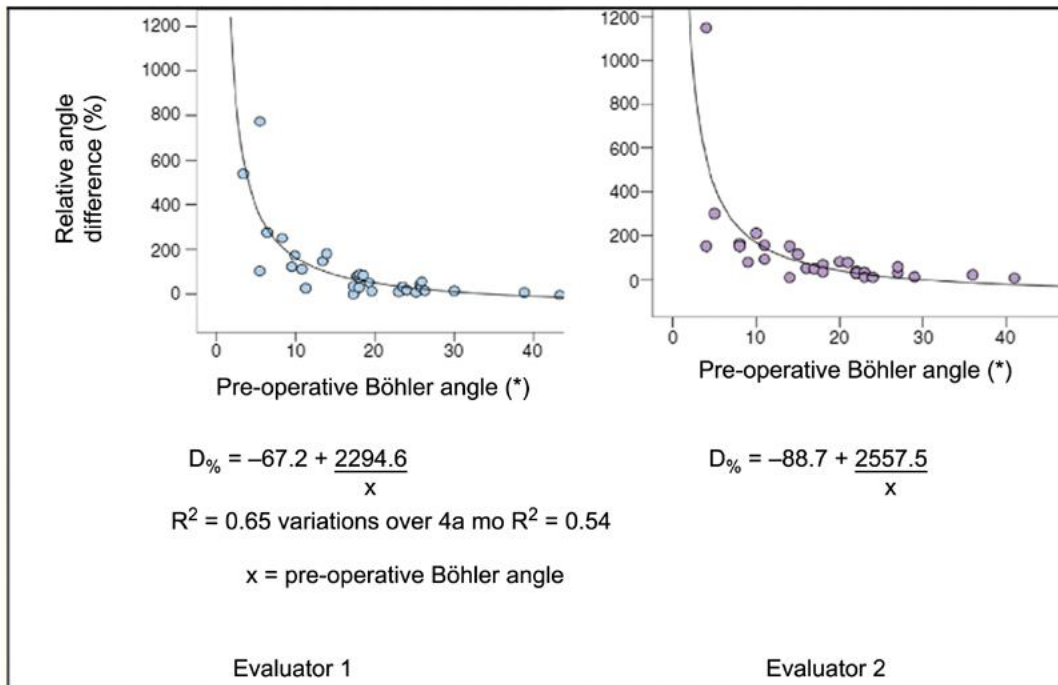
Abbreviation: CV, coefficient of variation; SD, standard deviation.

[Table 6](#) shows the statistics of the difference between both angles, relative (percentage) to the preoperative value, per evaluator and globally. For the evaluators and at the overall analysis, the postoperative angle is, on average, 108.1% higher than the preoperative angle. The variability of the relative difference between both angles is very high ( $CV > 1.5$ ), and the largest differences found,  $> 40^\circ$ , constitute outliers in the evaluation distributions. The boxplots of the relative differences between the pre- and postoperative angles are shown in [Fig. 3](#). [Fig. 4](#) shows that the differences  $> 250\%$  of the preoperative angle are atypical, outliers at the distribution. The relative differences between the angle measurements do not follow normal distribution, since they presented  $p$ -values  $< 5\%$  at both normality tests and for both evaluators. When comparing the relative differences between the pre and post-operative angles from both evaluators by the Wilcoxon test, the  $p$ -value was 0.666, leading to the conclusion that there was no significant difference between the relative angle variations between the 2 evaluators.



[Fig. 3](#)

Distributions of pre- and postoperative Böhler angle measurement relative differences (%) for each evaluator and global distribution.



[Fig. 4](#)

Relationship between the relative angle difference and the preoperative Böhler angle measurement for evaluators 1 and 2.

**Table 6**

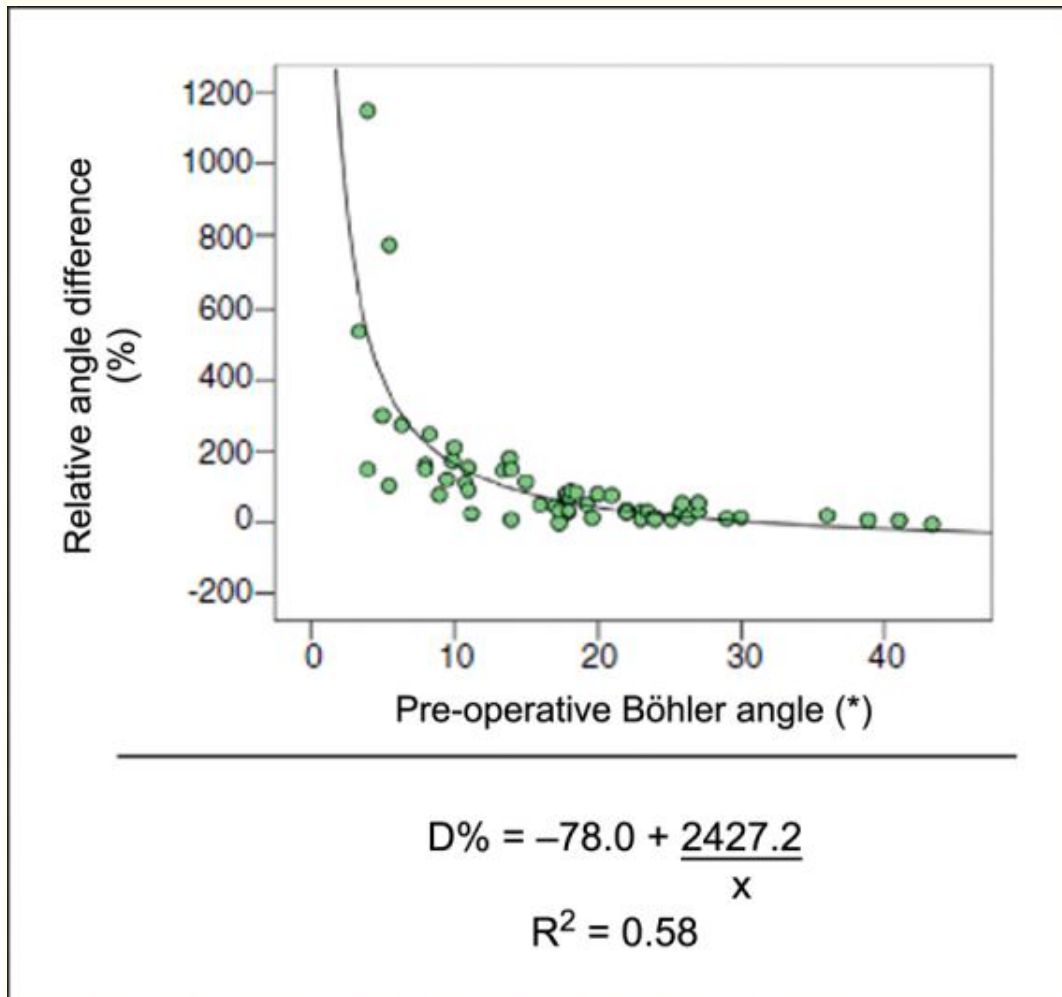
**Main statistical values regarding the difference between pre- and postoperative Böhler angle measures in relation to the pre-operative angle for each evaluator and global distribution**

Evaluator	Mean	Median	Minimum	Maximum	SD	CV
1	108.1%	50.6%	-5.8%	772.7%	165.3%	1.52
2	108.9%	50.0%	4.9%	1150.0%	165.3%	1.51
Global	108.5%	50.3%	-5.8%	1150.0%	185.0%	1.70

Abbreviation: CV, coefficient of variation; SD, standard deviation.

[Fig. 4](#) also shows the relationship between the relative angle difference and the preoperative BA measurements according to evaluators 1 and 2. The graph shows an inverse function curve that explains well the behavior of the two variables as  $[(R)]^2 > 0.50$ .

[Fig. 5](#) shows the relationship between the relative angle difference and the preoperative BA measurement at the overall analysis with no evaluator discrimination. The overall relationship between the relative angle difference and the preoperative BA measurement is also well explained by an inverse function as  $[(R)]^2 = 0.50$ .



[Open in a separate window](#)

[Fig. 5](#)

Relationship between the relative angle difference and the preoperative Böhler angle measurement, global evaluation.

[Figs. 4](#) and [and5](#) and [and5](#) and the data show the relative postoperative angle difference is higher for smaller preoperative angles and decreases as the preoperative angle increases. The farther the preoperative angle is from the normal range, from 20° to 40°, the greater the relative postoperative angle difference. When the preoperative angle is within the normal range of 20° to 40°, the relative BA difference ranges from 6.0 to 80.0%, with a

low variability around the mean difference of 28.0%. When the preoperative angles are outside the normal range, the relative BA difference ranges from -6.0 to 1,150.0%, with a high variability around the mean difference of 163.2%. That is, if the preoperative BA value is in the normal range, the postoperative angle will be, on average, 1.28 times the preoperative value; if the preoperative BA value is outside the normal range, the postoperative BA value will be, on average, 17.3 times the preoperative angle.

### Agreement Analysis between Evaluators

[Table 7](#) shows the agreement analysis between the angle measurements performed by two evaluators. Regarding absolute agreement, both evaluators assigned the same measurement to the angle in only one case. However, the difference between measurements from the 2 evaluators did not exceed 4° in the preoperative analysis and 6° in the postoperative analysis. Overall, the agreement between the evaluators is excellent, both regarding the estimated point value, equal to 0.98, and the ICC CI, fully within the excellent agreement range, from 0.8 to 1.0. At the pre- and postoperative measurements, point and interval ICC estimates show excellent agreement between the two evaluators. The *p-values* of the F tests for ICC values are not reported here, but all of them were < 0.0001, indicating that the ICC values are all significantly non-zero. Corroborating the results of the excellent agreement analysis between the two values, the *p-values* of the Student-t test comparing the measurements from both evaluators were all > 5.0%, showing that there was no significant difference between the angle measurements from both evaluators. The agreement analysis between the two evaluators showed that their angle assessments were different, but not significantly, presenting the same level of measurement expertise.

**Table 7**

#### **Agreement analysis between the angles measured by both evaluators during pre- and postoperative evaluations and global distribution**

Measure source	Böhler-Evaluator 1 vs Evaluator 2				Measure variation from both evaluators	<i>p-value</i> for the paired Student-t test
	ICC	CI for ICC	Agreement classification	Raw agreement		
Preoperative (31 evaluations)	0.98	0.95–0.99	Excellent	1 (3.2%)	0.0–4.0	0.457

Measure source	Böhler-Evaluator 1 vs Evaluator 2				Measure variation from both evaluators	<i>p-value</i> for the paired Student-t test
	ICC	CI for ICC	Agreement classification	Raw agreement		
Postoperative (31 evaluations)	0.96	0.92–0.98	Excellent	0 (0.0)	0.8–6.0	0.595
Both measures (62 evaluations)	0.98	0.96–0.99	Excellent	1 (1.6%)	–6.0–4.0	0.370

Abbreviations: CI, confidence interval; ICC, intraclass correlation coefficient.

[Go to:](#)

## Discussion

Based on the results of the statistical analysis of the present study in 31 patients with deviated calcaneal fractures, it was found that a higher preoperative BA value, which would mean a fracture with less deviation, had an average variation of 28% (6.0 to 80.0%), and was associated with a postoperative angle 1.28 times higher. However, the lower the preoperative BA, which would mean a fracture with greater deviation, had a mean variation of 162.2% (ranging from 6.0 to 1,150.0%), and it was associated with a postoperative angle 17.3 times higher. It has been shown that the surgeon tends to anatomically reduce more severe fractures than those with minor deviations. The present study has also confirmed a good interobserver correlation for BAs.

Most of the literature analyzing the BA emphasizes angle restoration and prognosis significance. Although some authors suggest that BA restoration may have no effect on outcomes, most studies show that BA restoration guides anatomical reduction and improves outcomes. [10](#) [15](#) [16](#) [17](#) [18](#) [19](#) [20](#) [21](#) [22](#) [23](#) [24](#) Similarly, there is great evidence in the literature that a very low initial BA angle in calcaneal fractures is a prognostic factor and a predictor of poor outcome. [10](#) [20](#) [25](#) [26](#)

The present study used a cutoff angle of  $\leq 20^\circ$  to define most severe fractures based on Isaacs et al, [27](#) who proved that the BA is most accurate in determining the presence or absence of fracture. Their observations suggest that BA accuracy can make it suitable as a screening tool in the diagnosis of calcaneal fracture. They have also demonstrated

another important aspect, that the cutoff angle of  $\leq 20^\circ$  is independent of the angle before the fracture. Consequently, it would not be necessary to measure the BA value on the contralateral side in patients with calcaneal fractures.

Although the literature has demonstrated that the BA has good credibility, many classifications and measures are deemed unreliable.<sup>28 29 30 31</sup> The most common justifications include lack of observer training, nonuniform and poor quality radiographic images, and vague and inaccurate ratings. Another source of difficulty for angle measurement may be an overlap of the synthesis material to the reference points in the postoperative period. Otero et al<sup>32</sup> demonstrated that even with trained observers and with an adequate configuration in BA radiographic measurement, interpretation differences are common. Gonzalez et al<sup>33</sup> found a  $6^\circ$  error measurement for BA. Two factors that increased error included a low level of observer training, such as increased obliquity on lateral radiographs. These authors observed that this difference was only seen when the radiography was made with a very oblique angle (anterior at  $20^\circ$  and caudal at  $15^\circ$ ). In order to avoid discrepancies and to minimize potential risks of BA measurement failures, the measurements were previously defined, using properly trained observers and a measurement protocol; moreover, the performance of the evaluators was tested, and radiographs with low quality for measurements were excluded.

As described by Bland and Altman,<sup>34</sup> repeated measurements on the same subject range around a true value, since the measurement error and the SD of repeated measurements allows the determination of the error size. In our study, we have used the CV, that is, the measure used to estimate the experimental accuracy, and we have verified that BA measurements presented high variability among the 31 evaluated patients. The results demonstrated, both for the evaluators and the overall sample, that the angle increased significantly after the surgery. The postoperative angle was, on average,  $10.6^\circ$  higher than in the preoperative period, and there was no significant difference in the variation of the angles among observers ( $p = 0.761$ ). It is noteworthy that the relative difference observed in the postoperative BA value was higher for lower preoperative angles, and that it decreases as the preoperative angle increases. The more distant the preoperative angle is from the normal range, from  $20^\circ$  to  $40^\circ$ , the greater the relative difference after the surgery. When the preoperative angle is within the normal range of  $20^\circ$  to  $40^\circ$ , the relative BA difference assumes values of 6.0 to 80.0%, with low variability around the mean difference of 28.0%. When the preoperative angles are outside the normal range, the relative BA difference assumes values of -6.0 to 1,150.0%, with a high variability around the mean difference of 163.2%. That is, if the preoperative BA is in the normal range, the postoperative angle will be, on average, 1.28 times the preoperative angle; if the preoperative BA is outside the normal range, the postoperative BA will be, on average, 17.3 times the preoperative angle.

The ICC estimates the fraction of the total variability of measures due to variations between individuals. Otero et al<sup>32</sup> did not observe a significant difference in the ICC for the inter- or intraobserver BA measurement in both preoperative and postoperative radiographs. The present study showed that the difference between measurements did not exceed  $4^\circ$  in the preoperative measurement and  $6^\circ$  in the postoperative measurement by analyzing the agreement between results from the 2 evaluators. Overall, the agreement among the evaluators was excellent (equal to 0.98). In the pre- and postoperative measurements, estimates of point and interval ICC show excellent agreement between the two evaluators.

There are some limitations in the present study that may have influenced the results. It was a retrospective study with a small number of evaluators, with radiographs made for daily clinical care instead of research purposes, which could alter and affect angle measurements. Therefore, we have excluded some radiographs that could generate measurement doubts. An intraobserver analysis was not performed.

[Go to:](#)

## Conclusion

---

In the present study, the BA was evaluated at two moments, pre- and postoperative, by two evaluators. In the overall analysis, the postoperative BA measurements were, on average, significantly higher than the preoperative values. The relative difference observed in the angle after the surgery was higher for lower preoperative angle values and decreases as the preoperative values increases. The farther the preoperative angle was from the normal range, from 20° to 40°, the greater the angle difference after the surgery. When the preoperative angle was within the normal range of 20° to 40°, the postoperative angle was, on average, 1.28 times the preoperative angle; if the preoperative BA value was outside the normal range, the postoperative angle was, on average, 17.3 times the preoperative angle. Most severe fractures present better anatomical outcomes when compared with moderate fractures. The present study has also confirmed a good interobserver correlation for BA.

**Conflitos de interesse** Os autores declaram não haver conflitos de interesse.

\* *Trabalho desenvolvido no Serviço de Ortopedia e Traumatologia, Hospital Santa Teresa, Petrópolis, RJ, Brasil. Publicado originalmente por Elsevier Ltda.*

\* *Work developed at the Serviço de Ortopedia e Traumatologia, Hospital Santa Teresa, Petrópolis, RJ, Brazil.*

[Go to:](#)

## References

---

1. Tomesen T, Biert J, Frölke J PM. Treatment of displaced intra-articular calcaneal fractures with closed reduction and percutaneous screw fixation. *J Bone Joint Surg Am.* 2011;93(10):920–928. [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
2. Eastwood D M, Langkamer V G, Atkins R M. Intra-articular fractures of the calcaneum. Part II: Open reduction and internal fixation by the extended lateral transcaneal approach. *J Bone Joint Surg Br.* 1993;75(02):189–195. [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
3. Johnson E E, Gebhardt J S. Surgical management of calcaneal fractures using bilateral incisions and minimal internal fixation. *Clin Orthop Relat Res.* 1993;(290):117–124. [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
4. Leung K S, Chan W S, Shen W Y, Pak P P, So W S, Leung P C. Operative treatment of intraarticular fractures of the os calcis--the role of rigid internal fixation and primary bone grafting: preliminary results. *J Orthop Trauma.* 1989;3(03):232–240. [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]



5. O'Farrell D A, O'Byrne J M, McCabe J P, Stephens M M. Fractures of the os calcis: improved results with internal fixation. *Injury*. 1993;24(04):263–265. [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
6. Parkes J C., 2nd The nonreductive treatment for fractures of the Os calcis. *Orthop Clin North Am*. 1973;4(01):193–195. [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
7. Böhler L. Diagnosis, pathology, and treatment of fractures of the os calcis. *J Bone Joint Surg Am*. 1931;13(01):75–89. [[Google Scholar](#)]
8. Buckley R, Tough S, McCormack R, Pate G, Leighton R, Petrie D et al. Operative compared with nonoperative treatment of displaced intra-articular calcaneal fractures: a prospective, randomized, controlled multicenter trial. *J Bone Joint Surg Am*. 2002;84-A(10):1733–1744. [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
9. Dooley P, Buckley R, Tough S, McCormack B, Pate G, Leighton R et al. Bilateral calcaneal fractures: operative versus nonoperative treatment. *Foot Ankle Int/Am Orthop Foot Ankle Soc/Swiss Foot Ankle Soc*. 2004;25(02):47–52. [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
10. Loucks C, Buckley R. Bohler's angle: correlation with outcome in displaced intra-articular calcaneal fractures. *J Orthop Trauma*. 1999;13(08):554–558. [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
11. Basile A. Operative versus nonoperative treatment of displaced intra-articular calcaneal fractures in elderly patients. *J Foot Ankle Surg*. 2010;49(01):25–32. [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
12. Maskill J D, Bohay D R, Anderson J G. Calcaneus fractures: a review article *Foot Ankle Clin* 2005;10(03):463–489., vi [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
13. Hyer C F, Atway S, Berlet G C, Lee T H. Early weight bearing of calcaneal fractures fixated with locked plates: a radiographic review. *Foot Ankle Spec*. 2010;3(06):320–323. [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
14. Knight J R, Gross E A, Bradley G H, Bay C, LoVecchio F. Boehler's angle and the critical angle of Gissane are of limited use in diagnosing calcaneus fractures in the ED. *Am J Emerg Med*. 2006;24(04):423–427. [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
15. Di Schino M, Bensaida M, Vandenbussche E, Augereau B, Nich C. [Results of open reduction and cortico-cancellous autograft of intra-articular calcaneal fractures according to Palmer] *Rev Chir Orthop Repar Appar Mot*. 2008;94(02):135–144. [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
16. Cave E F. Fracture of the os calcis--the problem in general. *Clin Orthop Relat Res*. 1963;30(30):64–66. [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
17. Hildebrand K A, Buckley R E, Mohtadi N G, Faris P. Functional outcome measures after displaced intra-articular calcaneal fractures. *J Bone Joint Surg Br*. 1996;78(01):119–123. [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
18. Kitaoka H B, Schaap E J, Chao E Y, An K N. Displaced intra-articular fractures of the calcaneus treated non-operatively. Clinical results and analysis of motion and ground-reaction and temporal forces. *J Bone Joint Surg Am*. 1994;76(10):1531–1540. [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]

19. Lindsay W R, Dewar F P. Fractures of the os calcis. *Am J Surg.* 1958;95(04):555–576. [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
20. Paley D, Hall H. Intra-articular fractures of the calcaneus. A critical analysis of results and prognostic factors. *J Bone Joint Surg Am.* 1993;75(03):342–354. [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
21. Pillai A, Basappa P, Ehrendorfer S. Modified Essex-Lopresti / Westheus reduction for displaced intra-articular fractures of the calcaneus. Description of surgical technique and early outcomes. *Acta Orthop Belg.* 2007;73(01):83–87. [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
22. Hutchinson F, III, Huebner M K. Treatment of os calcis fractures by open reduction and internal fixation. *Foot Ankle Int.* 1994;15(05):225–232. [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
23. O'Brien J, Buckley R, McCormack R, Pate G, Leighton R, Petrie D et al. Personal gait satisfaction after displaced intraarticular calcaneal fractures: a 2-8 year followup. *Foot Ankle Int.* 2004;25(09):657–665. [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
24. Jiang S D, Jiang L S, Dai L Y. Surgical treatment of calcaneal fractures with use of beta-tricalcium phosphate ceramic grafting. *Foot Ankle Int.* 2008;29(10):1015–1019. [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
25. Shuler F D, Conti S F, Gruen G S, Abidi N A. Wound-healing risk factors after open reduction and internal fixation of calcaneal fractures: does correction of Bohler's angle alter outcomes? *Orthop Clin North Am* 2001;32(01):187–192. x [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
26. Csizy M, Buckley R, Tough S, Leighton R, Smith J, McCormack R et al. Displaced intra-articular calcaneal fractures: variables predicting late subtalar fusion. *J Orthop Trauma.* 2003;17(02):106–112. [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
27. Isaacs J D, Baba M, Huang P, Symes M, Guzman M, Nandapalan H et al. The diagnostic accuracy of Böhler's angle in fractures of the calcaneus. *J Emerg Med.* 2013;45(06):879–884. [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
28. Neyt J G, Weinstein S L, Spratt K F, Dolan L, Morcuende J, Dietz F R et al. Stulberg classification system for evaluation of Legg-Calvé-Perthes disease: intra-rater and inter-rater reliability. *J Bone Joint Surg Am.* 1999;81(09):1209–1216. [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
29. Andersen D J, Blair W F, Steyers C M, Jr, Adams B D, el-Khoury G Y, Brandser E A. Classification of distal radius fractures: an analysis of interobserver reliability and intraobserver reproducibility. *J Hand Surg Am.* 1996;21(04):574–582. [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
30. Carman D L, Browne R H, Birch J G. Measurement of scoliosis and kyphosis radiographs. Intraobserver and interobserver variation. *J Bone Joint Surg Am.* 1990;72(03):328–333. [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
31. Bernstein J, Adler L M, Blank J E, Dalsey R M, Williams G R, Iannotti J P. Evaluation of the Neer system of classification of proximal humeral fractures with computerized tomographic scans and plain radiographs. *J Bone Joint Surg Am.* 1996;78(09):1371–1375. [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]

32. Otero J E, Westerlind B O, Tantavisut S, Karam M D, Phisitkul P, Akoh C C et al. There is poor reliability of Böhler's angle and the crucial angle of Gissane in assessing displaced intra-articular calcaneal fractures. *Foot Ankle Surg.* 2015;21(04):277–281. [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
33. Gonzalez T A, Ehrlichman L K, Macaulay A A, Gitajn I L, Toussaint R J, Zurakowski D et al. Determining measurement error for Bohler's angle and the effect of X-ray obliquity on accuracy. *Foot Ankle Spec.* 2016;9(05):409–416. [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
34. Bland J M, Altman D G. Measurement error *BMJ* 1996;313(7059):744. [[PMC free article](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]

- *Rev Bras Ortop (Sao Paulo)*. 2019 Apr; 54(2): 156–164.

»

- Ângulo de Böhler—comparação entre o pré e pós-operatório nas fraturas intra-articulares desviadas do calcânhar<sup>2</sup>

2019 Apr; 54(2): 156–164.

Published online 2019 Apr 22. doi: [10.1016/j.rbo.2017.12.005](https://doi.org/10.1016/j.rbo.2017.12.005)

## Ângulo de Böhler—comparação entre o pré e pós-operatório nas fraturas intra-articulares desviadas do calcânhar<sup>2</sup>

[Copyright and License information Disclaimer](#)

### Resumo

---

**Objetivo** Comparar a variação dos resultados das medidas radiográficas do ângulo de Böhler, no pré e pós-operatório, em fraturas com dois tipos de desvio: graves e moderadas.

**Métodos:** O ângulo de Böhler foi analisado retrospectivamente em 31 radiografias pré e pós-operatórias de fraturas do calcâneo. Quatro pacientes eram do sexo feminino (6,5%) e 26 do masculino (83,9%), entre 23 e 72 anos, média de 44,5.

**Resultados** As medidas pré e pós-operatória demonstraram que o ângulo de Böhler após a cirurgia foi significativamente maior do que o ângulo de Böhler pré-operatório (p-valor = 0,000). Nas análises intraobservador e global, o ângulo de Böhler pós-operatório foi, em média, 10,6 graus maior do que no pré-operatório. O ângulo pós-operatório foi, em média, 108% maior do que o ângulo pré-operatório. No global, a concordância entre os avaliadores é excelente, tanto em relação ao valor pontual estimado (0,98) quanto em relação ao intervalo de confiança do ICC.

**Conclusão** Na análise global, verificou-se que as medidas do ângulo de Böhler no pós-operatório são, em média, significativamente maiores do que as do ângulo pré-operatório. Quanto mais distante da faixa de normalidade (20 a 40 graus) estiver o ângulo pré-operatório, maior a diferença no ângulo após a cirurgia. Quando o ângulo

pré-operatório está na faixa de normalidade, o ângulo pós-operatório será, em média, 1,28 vez o ângulo pré-operatório; se o ângulo de Böhler pré-operatório estiver fora da faixa de normalidade, o ângulo pós-operatório será, em média, 17,3 vezes o ângulo pré-operatório. Ficou demonstrado que as fraturas mais graves apresentam melhores resultados anatômicos quando comparadas com as fraturas moderadas. O estudo também confirmou uma boa correlação interobservador para o ângulo de Böhler.

**Palavras-chave:** calcâneo, fraturas ósseas, fraturas intra-articulares, radiografias

## Introdução

---

O calcâneo é o osso mais frequentemente traumatizado e representa 60% das fraturas do retropé. Estas fraturas compreendem cerca de 1% a 2% de todas as fraturas e aproximadamente 75% apresentam um componente intra-articular, com importantes consequências para os pacientes. <sup>1</sup>

O ângulo de Böhler (AB) é o ângulo complementar formado por duas linhas: (a) uma linha entre a região mais alta do processo anterior e a parte mais alta da superfície articular posterior e (b) uma linha entre o mesmo ponto sobre a superfície articular posterior e o ponto mais superior da tuberosidade do calcâneo. Normalmente, o AB varia entre 20° a 40°. <sup>2 3 4 5 6</sup> É frequentemente usado, em radiografias de perfil, para avaliar o grau e a gravidade da deformidade da fratura intra-articular desviada do calcâneo e auxilia a confirmar o resultado da redução em radiografias do pós-operatório. <sup>7 8 9 10 11</sup> Alguns autores sugerem que a restauração do AB melhora os resultados e indica o valor prognóstico no pós-operatório de fratura e na artrodese da articulação subtalar. <sup>2 3 4 5 6 12 13</sup>

Segundo a literatura, o AB auxilia no resultado clínico ao correlacionar as variações entre as medidas do pré e pós-operatório. <sup>8 9 10 11</sup> Knight et al <sup>14</sup> demonstraram que artigos sobre o AB têm mostrado boa confiabilidade intraobservador. O objetivo deste trabalho foi comparar a variação dos resultados das medidas radiográficas do AB, no pré e pós-operatório, em fraturas com dois tipos de desvio: graves e moderadas.

[Go to:](#)

## Material e métodos

---

De abril de 2015 a junho de 2017, foram analisadas, retrospectivamente, 31 radiografias pré e pós-operatórias de fraturas do calcâneo. O estudo foi analisado e autorizado pelo Comitê de Ética do Hospital e não houve a necessidade do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), pois os dados foram extraídos dos prontuários e de radiografias dos pacientes.

Os fatores de inclusão foram pacientes com fraturas desviadas do calcâneo, maiores de 18 anos e tratados com menos de três semanas de fratura. Os fatores de exclusão foram casos em que as radiografias estavam incompletas ou de baixa qualidade para fazer as medições, fraturas prévias ou patológicas, fraturas expostas, contraindicação médica para cirurgia e fraturas do calcâneo com fraturas concomitantes dos ossos do tornozelo ou pé. Todos os pacientes foram operados pelo acesso lateral estendido.

O AB foi medido nas radiografias do pré e pós-operatório dos pacientes com fraturas do calcâneo. O ângulo foi considerado dentro de um limite aceitável quando se encontrava entre 20° a 40° e foram analisados por dois pesquisadores independentes (residentes do 3º ano).

A amostra-base desta pesquisa foi formada por 31 pacientes, quatro do gênero feminino (6,5%) e 26 do masculino (83,9%). Dos 31 pacientes, de um não havia registro das informações sobre gênero e idade. A distribuição de frequências da idade dos pacientes por gênero e a global podem ser vistas na [Tabela 1](#) e a distribuição de idade na [Tabela 2](#). Os pacientes apresentaram entre 23 e 72 anos e resultaram em uma média de 44,5 anos, mediana de 46, e desvio-padrão de 11,3, com coeficiente de variação igual a 0,25, evidenciou-se moderada variabilidade entre as idades dos 31 pacientes. A faixa etária foi de 40 a 48 anos, na qual se concentravam 43,3% da amostra.

**Tabela 1**

**Distribuição de frequências da idade dos pacientes**

Idade (anos)	Global		Feminino		Masculino	
	Frequência absoluta	Frequência relativa	Frequência absoluta	Frequência relativa	Frequência absoluta	Frequência relativa
22 a 30	3	10,0%	1	25,0%	2	7,7%
31 a 39	6	20,0%	0	0,0%	6	23,1%
40 a 48	13	43,3%	0	0,0%	13	50,0%
49 a 57	6	20,0%	2	50,0%	4	15,4%
58 a 64	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%

Idade (anos)	Global		Feminino		Masculino	
	Frequência absoluta	Frequência relativa	Frequência absoluta	Frequência relativa	Frequência absoluta	Frequência relativa
65 a 73	2	6,7%	1	25,0%	1	3,8%

Tabela 2

### Principais estatísticas da distribuição de idade dos pacientes

Média	Mediana	DP	Mínimo	Máximo	CV
44,5	46,0	11,3	23,0	72,0	0,25

Abreviações: CV, coeficiente de variação; DP, desvio-padrão

[Go to:](#)

## Metodologia

As variáveis deste estudo são as medidas do ângulo de Böhler, feitas por dois avaliadores, a partir de exames radiográficos de fraturas desviadas do calcâneo graves e moderadas. A partir dos dados coletados, foi construído um banco de dados analisado pelo programa SPSS (*Statistical Package for the Social Science*), versão 22.0, e pelo aplicativo Microsoft Excel 2007.

Para caracterização da amostra e análise descritiva do comportamento das variáveis, os dados foram sintetizados por meio do cálculo de estatísticas descritivas (média, mediana, mínimo, máximo, desvio-padrão, coeficiente de variação – CV), gráficos descritivos e distribuições de frequência. A variabilidade da distribuição de uma variável foi considerada baixa se  $CV < 0,20$ ; moderada se  $0,20 \leq CV < 0,40$  e alta se  $CV \geq 0,40$ .

Na análise inferencial, a hipótese de normalidade da distribuição de uma medida foi verificada pelo teste de Kolmogorov-Smirnov e pelo teste de Shapiro-Wilk. A distribuição em teste foi considerada normal quando ambos os testes assim o concluíram. As medidas do AB pré-operatórios foram comparadas com as medidas dos ângulos pós-operatórios e as medidas dos ângulos foram comparadas entre os dois avaliadores. Quando as duas medidas a serem comparadas tinham distribuições normais, elas foram comparadas em pares pelo teste *t* de Student pareado. Quando pelo

menos uma das medidas a serem comparadas não tinha distribuição normal, duas medidas pareadas foram comparadas pelo teste de Wilcoxon.

Foi feita a análise de concordância entre as medidas dos dois avaliadores através da quantificação da concordância bruta (percentual de casos em que as duas medidas são iguais, ou seja, com diferença entre as duas medidas  $D$ , igual a 0) e por meio do cálculo do coeficiente de correlação intraclasse (ICC). O ICC expressa a proporção de variabilidade total, que é devida à variabilidade entre as unidades. No caso de se avaliar a concordância entre duas medidas, como a concordância entre o ângulo medido pelo avaliador 1 e o avaliador 2, o ICC pode ser interpretado como uma medida de concordância, que mede o grau de afastamento das duas medidas à reta de 45 graus, no qual teria concordância perfeita, pois ambas as medidas seriam iguais. O ICC foi calculado no modelo Anova de efeitos mistos ( *Two Way Mixed* ) e o interesse de estudo foi o de “análise de consistência”. A classificação da concordância a partir do ICC foi baseada na classificação:

- $0,00 \leq ICC \leq 0,20$  = concordância pobre,
- $0,20 < ICC \leq 0,40$  = concordância razoável
- $0,40 < ICC \leq 0,60$  = concordância boa
- $0,60 < ICC \leq 0,80$  = concordância muito boa
- $0,80 < ICC \leq 1,00$  = concordância excelente

A estimação da imprecisão dos estimadores de ICC foi analisada pelo intervalo de confiança do ICC no nível de 95% e a significância foi avaliada pelo teste F para o ICC. A concordância foi considerada significativamente boa se o ICC fosse significativamente não nulo e se o seu valor pontual e todos os valores do intervalo de confiança ao nível de 95% de confiança fossem, no mínimo, do nível de “boa concordância”.

Todas as discussões consideraram nível de significância máximo de 5% (0,05), ou seja, foi adotada a seguinte regra de decisão nos testes: rejeição da hipótese nula sempre que o p-valor associado ao teste fosse menor do que 0,05. Nos testes que forneceram p-valor assintótico e exato, foi considerado o p-valor exato.

[Go to:](#)

## Resultados

---

[Go to:](#)

### Análise descritiva das medidas dos ângulos

---

A [Tabela 3](#) demonstra os p-valores dos testes de normalidade para as distribuições do ângulo de Böhler medidos pelos dois avaliadores e para a distribuição global (ou seja, independentemente do avaliador). A partir dos p-valores apresentados, todos maiores do que 5,0%, conclui-se que todas as medidas do AB, pré e pós-operatórias, para ambos os avaliadores e no global, seguem distribuição normal. Portanto, qualquer análise inferencial que comparasse o AB foi feita por abordagem paramétrica.

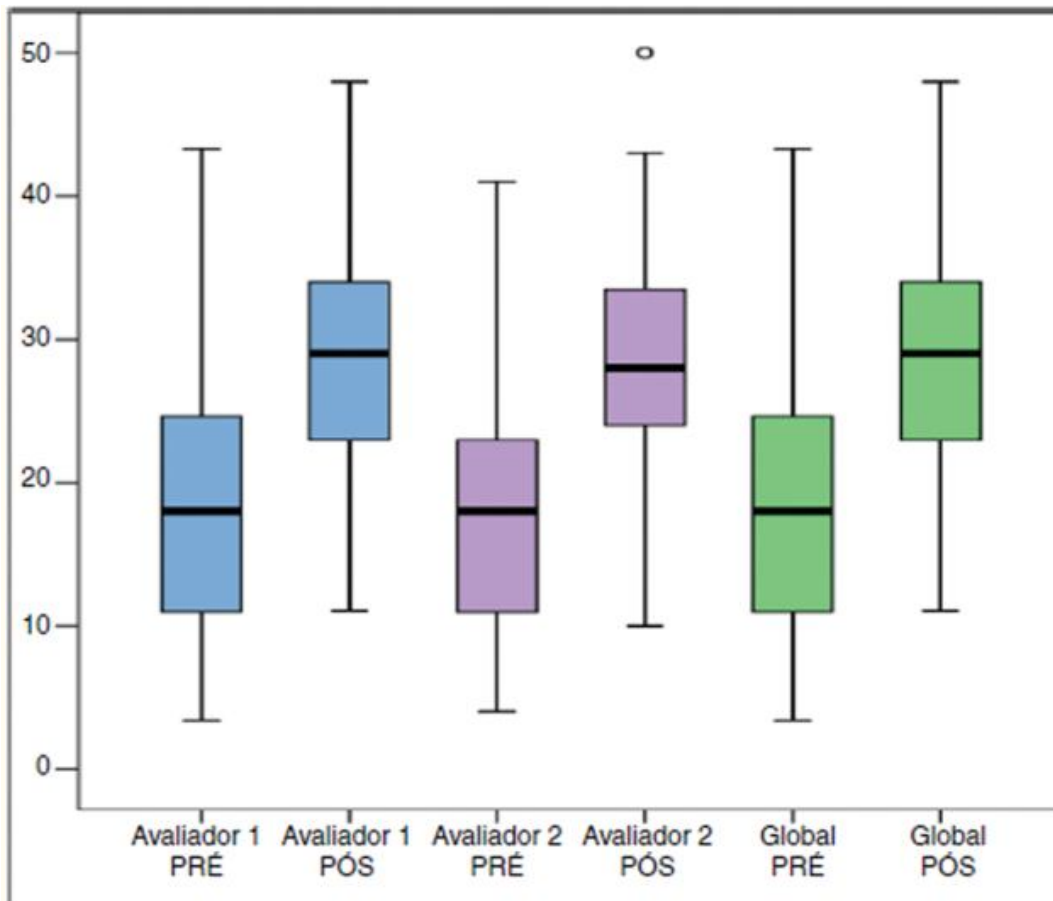
#### Tabela 3

**Testes de normalidade para as distribuições do ângulo de Böhler, pré e pós-operatório, para cada avaliador e global**

Avaliador	Ângulo	p-valor do teste de Kolmogorov-Smirnov	p-valor do teste de Shapiro-Wilk	Distribuição normal
1	Pré	0,200	0,196	Sim
	Pós	0,200	0,987	Sim
2	Pré	0,200	0,61	Sim
	Pós	0,200	0,922	Sim
Global	Pré	0,200	0,051	Sim
	Pós	0,200	0,936	Sim

As principais estatísticas das distribuições das medidas do AB nos dois momentos, para cada avaliador e global (independentemente do avaliador), são exibidas na [Tabela 4](#). A partir dos coeficientes de variação (CV), todos maiores do que 0,20, observa-se que as medidas do AB apresentam alta variabilidade na amostra. As distribuições do AB para cada avaliador e global são ilustradas nos gráficos *boxplot*, exibidos na [Fig. 1](#). No *boxplot* das medidas do ângulo pós-operatório do avaliador 2, é possível identificar que o valor máximo de 50 graus é um outlier, ou seja, um valor discrepante (◦) dos demais pacientes. Os gráficos e as estatísticas mostram que o ângulo aumentou após a cirurgia e o efeito é significativo. O teste *t* de Student pareado para as medidas pré e pós-operatória demonstrou que o AB após a cirurgia é, de fato, significativamente maior do que o AB pré-operatório (p-valor = 0,000 em todas as comparações).





[Open in a separate window](#)

Fig. 1

Distribuições das medidas do ângulo de Böhler pré e pós para cada avaliador e global.

Tabela 4

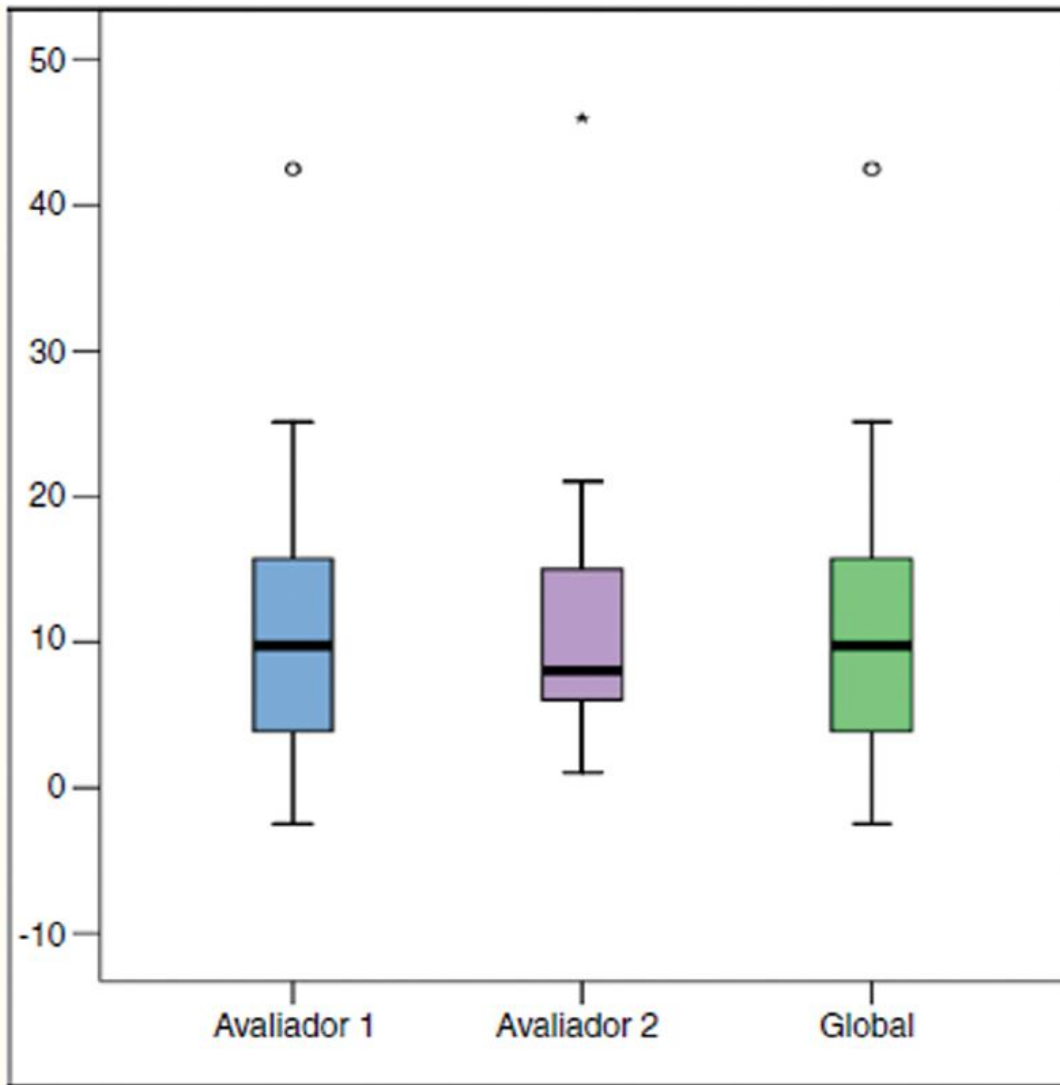
**Principais estatísticas das distribuições das medidas do ângulo de Böhler, pré e pós-operatório, para cada avaliador e global**

Avaliador	Avaliação	Média	Mediana	Mínimo	Máximo	DP	CV	p-valor
1	Pré	18,5	18,0	3,4	43,3	9,4	0,51	0,000
	Pós	28,9	29,0	11,1	48,0	8,3	0,29	

Avaliador	Avaliação	Média	Mediana	Mínimo	Máximo	DP	CV	p-valor
2	Pré	18,2	18,0	4,0	41,0	8,9	0,49	0,000
	Pós	28,8	28,0	10,0	50,0	8,8	0,31	
Global	Pré	18,4	18,0	3,4	43,3	9,1	0,49	0,000
	Pós	29,0	29,0	10,0	50,0	8,5	0,29	

<sup>a</sup> Teste *t* de Student pareado comparou as medidas pré e pós-operatórias. Abreviações: CV, coeficiente de variação; DP, desvio-padrão

Para os avaliadores e no global, o AB pós-operatório é, em média, 10,6 graus maior do que no pré-operatório. As estatísticas da diferença entre os dois ângulos, por avaliador e global, podem ser vistas na [Tabela 5](#). Para duas observações do avaliador 1, o ângulo pós-operatório foi menor do que o ângulo pré-operatório. A variabilidade da diferença entre os dois ângulos é muito alta (CV maiores do que 0,80) e as maiores diferenças encontradas, maiores do que 40 graus, são muito atípicas e constituem *outliers* nas distribuições ([Fig. 2](#)). As diferenças entre as medidas dos ângulos não seguem distribuição normal, pois apresentaram p-valores menores do que 5%, para ambos os testes de normalidade e para ambos os avaliadores. Na comparação das diferenças entre o AB pré e pós-operatórios dos dois avaliadores pelo teste de Wilcoxon, obteve-se p-valor = 0,761. Conclui-se, portanto, que não havia diferença significativa entre as variações dos ângulos entre os dois avaliadores.



[Open in a separate window](#)

Fig. 2

Distribuições das diferenças entre as medidas do ângulo de Böhler pré e pós para cada avaliador e global.

Tabela 5

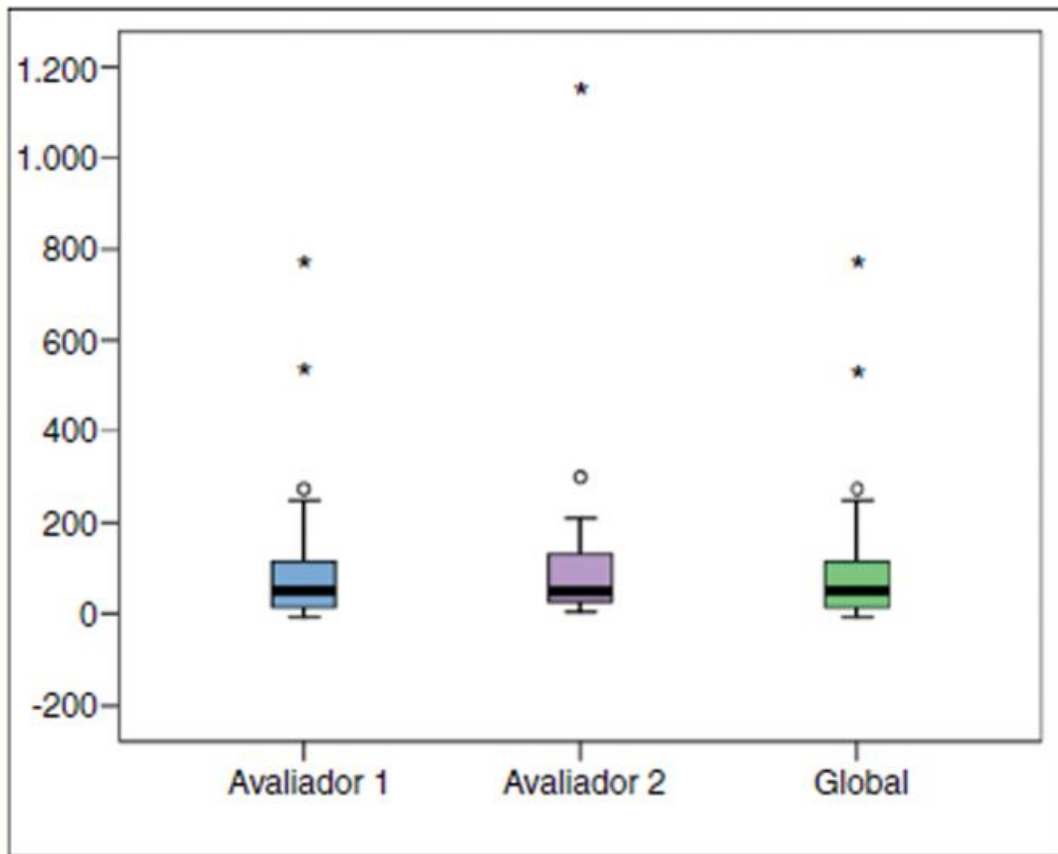
**Principais estatísticas da diferença entre as medidas do ângulo de Böhler pré e pós-operatórias, para cada avaliador e global**

Avaliador	Média	Mediana	Mínimo	Máximo	DP	CV
1	10,6	9,8	-2,5	42,5	9,2	0,87

Avaliador	Média	Mediana	Mínimo	Máximo	DP	CV
2	10,6	8,0	1,0	46,0	8,6	0,81
Global	10,6	8,0	-2,5	46,0	8,8	0,83

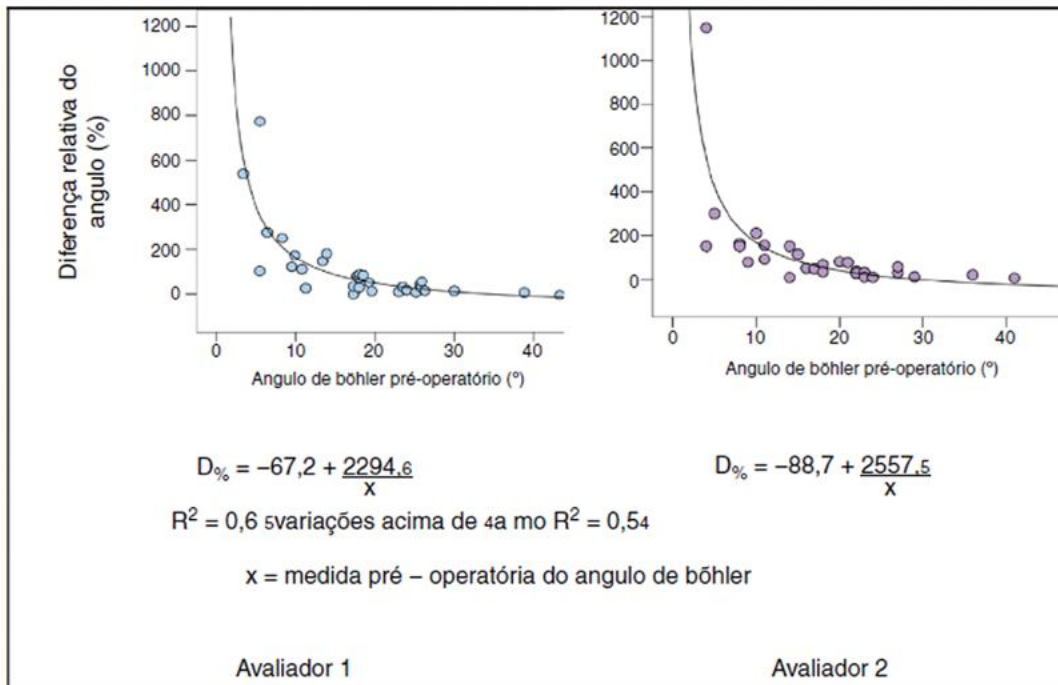
Abreviações: CV, coeficiente de variação; DP, desvio-padrão

A [Tabela 6](#) mostra as estatísticas da diferença entre os dois ângulos, relativa (percentual) ao ângulo pré-operatório, por avaliador e global. Para os avaliadores e no global, o ângulo pós-operatório é, em média, 108,1% maior do que o ângulo pré-operatório. A variabilidade da diferença relativa entre os dois ângulos é muito alta (CV maiores do que 1,5) e as maiores diferenças encontradas, maiores do que 40 graus, constituem *outliers* nas distribuições das avaliações. Os *boxplots* das diferenças relativas entre os ângulos pré e pós-operatório são exibidos na [Fig. 3](#). A [Fig. 4](#) mostra que as diferenças acima de 250% do ângulo pré-operatório são valores atípicos, *outliers* na distribuição. As diferenças relativas entre as medidas dos ângulos não seguem distribuição normal, pois apresentaram p-valores menores do que 5%, para ambos os testes de normalidade e para ambos os avaliadores. Na comparação das diferenças relativas entre os ângulos pré e pós-operatórios dos dois avaliadores pelo teste de Wilcoxon, obteve-se p-valor = 0,666 e conclui-se que não havia diferença significativa entre as variações relativas observadas nos ângulos pelos dois avaliadores.



[Fig. 3](#)

Distribuições das diferenças relativas (%) entre as medidas do ângulo de Böhler pré e pós para cada avaliador e global.



**Fig. 4**

Relação entre a diferença relativa do ângulo e a medida do ângulo de Böhler pré-operatório para os avaliadores 1 e 2.

**Tabela 6**

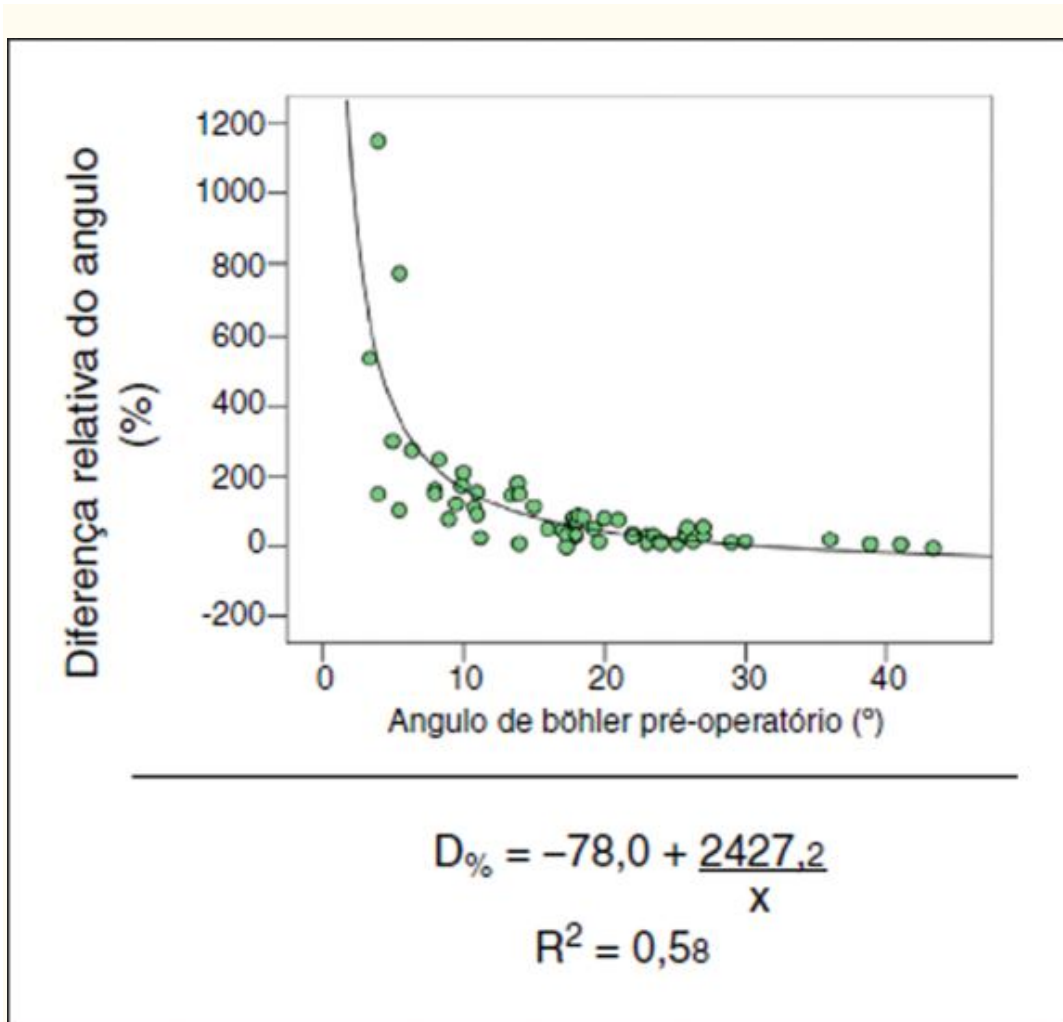
**Principais estatísticas da diferença entre as medidas do ângulo de Böhler pré e pós-operatórias, relativa ao ângulo pré-cirúrgico, para cada avaliador e global**

<b>Avaliador</b>	<b>Média</b>	<b>Mediana</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>DP</b>	<b>CV</b>
1	108,1%	50,6%	-5,8%	772,7%	165,3%	1,52
2	108,9%	50,0%	4,9%	1150,0%	165,3%	1,51
Global	108,5%	50,3%	-5,8%	1150,0%	185,0%	1,70

Abreviações: CV, coeficiente de variação; DP, desvio-padrão

A [Fig. 4](#) mostra a relação entre a diferença relativa do ângulo e a medida do AB pré-operatório para as medidas dos avaliadores 1 e 2. O gráfico mostra uma curva de função inversa que explica bem o comportamento das duas variáveis  $[(R)]^2 > 0,50$ .

A [Fig. 5](#) mostra a relação entre a diferença relativa do ângulo e a medida do AB pré-operatório para as medidas globais, sem discriminar os avaliadores. A relação global entre a diferença relativa do ângulo e a medida pré-operatória do AB também é bem explicada por uma função inversa



[Open in a separate window](#)

[Fig. 5](#)

Relação entre a diferença relativa do ângulo e a medida do ângulo de Böhler pré-operatório, avaliação global.

$[(R)]^2 = 0,50$ .

A partir dos gráficos das [Figs. 4 e 5](#) e dos dados, é possível verificar que a diferença relativa observada no ângulo após a cirurgia é maior para menores valores do ângulo pré-operatório e decresce à medida que o ângulo pré-operatório aumenta. Quanto mais distante da faixa de normalidade, de 20 a 40 graus, estiver o ângulo pré-operatório,

maior a diferença relativa observada no ângulo após a cirurgia. Quando o ângulo pré-operatório está na faixa de normalidade de 20 a 40 graus, a diferença relativa do AB assume valores de 6,0% a 80,0%, com baixa variabilidade em torno da diferença média de 28,0%. Quando os ângulos pré-operatórios estão fora da faixa de normalidade, a diferença relativa do AB assume valores de -6,0% a 1.150,0%, com alta variabilidade em torno da diferença média de 163,2%. Ou seja, se o AB pré-operatório estiver na faixa de normalidade, o ângulo pós-operatório será, em média, 1,28 vez o ângulo pré-operatório; se o AB pré-operatório estiver fora da faixa de normalidade, o AB pós-operatório será, em média, 17,3 vezes o ângulo pré-operatório.

[Go to:](#)

## Análise de concordância entre os avaliadores

A [Tabela 6](#) demonstra a análise de concordância entre as medidas dos ângulos dos dois avaliadores. Em relação à concordância absoluta, somente em uma avaliação os dois avaliadores atribuíram a mesma medida ao ângulo. Mas a diferença entre as medidas dos dois avaliadores não ultrapassou 4 graus na medida pré-operatória e 6 graus na medida pós-operatória. No global, a concordância entre os avaliadores é excelente, tanto em relação ao valor pontual estimado, igual a 0,98, quanto em relação ao intervalo de confiança do ICC, todo contido no intervalo de excelente concordância que vai de 0,8 a 1,0. Nas medidas pré e pós-operatórias, as estimativas de ICC pontual e intervalar mostram excelente concordância entre os dois avaliadores. Os p-valores dos testes F para os valores do ICC não são reportados aqui, mas foram todos menores do que 0,0001, indicaram que os valores dos ICCs são todos significativamente não nulos. Corroborando os resultados da análise de concordância excelente entre os dois valores, os p-valores do teste *t* de Student, na comparação das medidas dos dois avaliadores, todas maiores do que 5,0%, mostram que não havia diferença significativa entre as medidas dos ângulos dos dois avaliadores. A análise de concordância entre os dois avaliadores feita nesta seção mostra que ambos os avaliadores, embora diferissem em suas avaliações dos ângulos, não diferiam significativamente, apresentaram o mesmo nível de expertise em avaliar os ângulos.

### Tabela 7

**Análise de concordância entre os ângulos medidos pelos dois avaliadores, para as avaliações pré e pós-operatórias e global**



Fonte da medida	Böhler-Avaliador 1 vs Avaliador 2				Variação das medidas dos dois avaliadores	p-valor do teste <i>t</i> de Student pareado
	CCI	IC para o CCI	Classificação da concordância	Concordância bruta		
Pré-operatória (31 avaliações)	0,98	0,95-0,99	Excelente	1 (3,2%)	0,0–4,0	0,457
Pós-operatória (31 avaliações)	0,96	0,92-0,98	Excelente	0 (0,0)	0,8–6,0	0,595
Ambas as medidas (62 avaliações)	0,98	0,96-0,99	Excelente	1 (1,6%)	–6,0–4,0	0,370

Abbreviations: IC, interval de confiança; CCI, coeficiente de correlação intraclasse.

[Go to:](#)

## Discussão

Baseado nos resultados da análise estatística deste estudo em 31 pacientes com fraturas desviadas do calcâneo, verificou-se que quanto maior o AB no pré-operatório, o que significaria uma fratura com menor desvio, apresentava uma variação média de 28% (6,0% a 80%), o ângulo no pós-operatório será 1,28 vez o ângulo do pós-operatório. No entanto, quanto menor o AB no pré-operatório, o que significaria uma fratura com maior desvio, apresentava uma variação média de 162,2% (de 6,0% a 1.150,0%), o ângulo no pós-operatório será 17,3 vezes o ângulo do pós-operatório. Ficou demonstrado que o cirurgião tem uma tendência de reduzir anatomicamente fraturas

mais graves do que as que apresentam desvios menores. Este estudo também confirmou uma boa correlação interobservador para o AB.

A maioria da literatura que analisa o AB realça a restauração do ângulo e o significado do prognóstico. Apesar de alguns autores sugerirem que a restauração do AB pode não ter efeito sobre os resultados, grande parte das pesquisas tem mostrado que a restauração do AB orienta uma redução anatômica e melhora os resultados. <sup>10 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24</sup> Da mesma forma, existe uma grande evidência na literatura de que o AB inicial muito reduzido, nas fraturas do calcâneo, é um fator de prognóstico e um preditor de mau resultado. <sup>10 20 25 26</sup>

Este estudo usou o ângulo de corte de 20° ou menos para definir as fraturas mais graves, baseado no trabalho de Isaacs et al, <sup>27</sup> que demonstraram ser o AB mais preciso para determinar a presença ou ausência de fratura. Suas observações sugerem que a precisão do AB pode torná-lo adequado como ferramenta de triagem no diagnóstico da fratura do calcâneo. Também demonstraram outro aspecto importante, que o ângulo de corte de 20° ou menos foi independente do ângulo antes da fratura. Consequentemente, não seria necessário medir o AB no lado contralateral nas fraturas do calcâneo.

Apesar de a literatura ter demonstrado que o AB apresenta uma boa credibilidade, muitas classificações e medidas têm se mostrado pouco confiáveis. <sup>28 29 30 31</sup> As justificativas mais comuns incluem falta de treinamento do observador, imagens radiográficas não uniformes e de baixa qualidade e descrições vagas e imprecisas das classificações. Outra origem de dificuldade para a medição do ângulo pode ser uma sobreposição do material de síntese sobre os pontos de referências no pós-operatório. Otero et al <sup>32</sup> demonstraram que mesmo com observadores treinados e uma adequada configuração na medida radiográfica do AB, divergências de interpretação são comuns. Gonzalez et al <sup>33</sup> encontraram medição de erro de 6 graus para o AB. Dois fatores que aumentaram o erro incluíram nível baixo de treinamento dos observadores, como aumento da obliquidade nas radiografias em incidência lateral. Observaram que essa diferença foi somente vista quando a radiografia era feita em ângulo muito oblíquo (anterior em 20° e caudal em 15°). Para evitar discrepâncias e minimizar potenciais riscos de falha nas medidas do AB, as medições foram previamente definidas, usaram-se dois observadores treinados, um protocolo de medidas, o desempenho dos avaliadores foi testado e radiografias de baixa qualidade, para fazer as medições, foram excluídas.

Como descrito por Bland e Altman, <sup>34</sup> medidas repetidas sobre o mesmo assunto variam em torno de um valor verdadeiro, por causa do erro de medição e desvio-padrão de medidas repetidas permite medir o tamanho do erro de medição. Em nosso estudo, usamos o coeficiente de variação, que significa a medida empregada para estimar a precisão de experimentos, e verificamos que as medidas do AB apresentaram alta variabilidade entre os 31 pacientes avaliados. Os resultados demonstraram, tanto para cada avaliador quanto no global da amostra, que o ângulo aumentou significativamente após a cirurgia. O ângulo do pós-operatório foi, em média 10,6 graus maior do que no pré-operatório e na variação dos ângulos entre os observadores não houve diferença significativa ( $p = 0,761$ ). Um fator interessante observado é que foi possível verificar que a diferença relativa observada no AB no pós-operatório foi maior para menores valores do ângulo pré-operatório e decresce à medida que o ângulo pré-operatório aumenta. Quanto mais distante da faixa de normalidade, de 20 a 40 graus, o ângulo pré-operatório, maior a diferença relativa observada no ângulo após a cirurgia. Quando o ângulo pré-operatório está na faixa de normalidade de 20 a 40 graus, a diferença relativa

do AB assume valores de 6,0% a 80,0%, com baixa variabilidade em torno da diferença média de 28,0%. Quando os ângulos pré-operatórios estão fora da faixa de normalidade, a diferença relativa do AB assume valores de -6,0% a 1.150,0%, com alta variabilidade em torno da diferença média de 163,2%. Ou seja, se o AB pré-operatório estiver na faixa de normalidade, o ângulo pós-operatório será, em média, 1,28 vez o ângulo pré-operatório; se o AB pré-operatório estiver fora da faixa de normalidade, o AB pós-operatório será, em média, 17,3 vezes o ângulo pré-operatório.

O coeficiente de correlação intraclassa (ICC) é uma estimativa da fração da variabilidade total de medidas devido a variações entre os indivíduos. Otero et al <sup>32</sup> não observaram diferença considerável no ICC para a medição do AB inter ou intraobservador tanto nas radiografias no pré-operatório como no pós-operatório. Este estudo demonstrou que analisando a concordância entre as medidas dos ângulos dos dois avaliadores a diferença entre as medidas não ultrapassou 4 graus na medida pré-operatória e 6 graus na medida pós-operatória. No global, a concordância entre os avaliadores foi excelente, (igual a 0,98). Nas medidas pré e pós-operatórias, as estimativas de ICC pontual e intervalar mostram excelente concordância entre os dois avaliadores.

Existem algumas limitações neste estudo que podem influenciar os resultados. Foi um estudo retrospectivo com número pequeno de avaliadores, as radiografias usadas foram feitas em pacientes no atendimento clínico diário, e não com objetivo de pesquisa, e isso poderia alterar e afetar as medidas do ângulo. Por isso, excluimos algumas radiografias que poderiam gerar dúvidas quanto à medição. A pesquisa não foi feita intraobservador.

[Go to:](#)

## Conclusão

---

No presente trabalho, o AB foi avaliado em dois momentos, pré e pós-operatório, por dois avaliadores. Na análise global, verificou-se que as medidas do AB no pós-operatório são, em média, significativamente maiores do que o ângulo pré-operatório. Verificou-se que a diferença relativa observada no ângulo após a cirurgia é maior para menores valores do ângulo no pré-operatório e decresce à medida que o ângulo pré-operatório aumenta. Quanto mais distante da faixa de normalidade, de 20 graus a 40 graus, estiver o ângulo pré-operatório, maior a diferença no ângulo após a cirurgia. Quando o ângulo pré-operatório está na faixa de normalidade de 20 graus a 40 graus, o ângulo pós-operatório será, em média, 1,28 vez o ângulo pré-operatório; se o ângulo de Böhler pré-operatório estiver fora da faixa de normalidade, o ângulo pós-operatório será, em média, 17,3 vezes o ângulo pré-operatório. Ficou demonstrado que as fraturas mais graves apresentam melhores resultados anatômicos quando comparadas com as fraturas moderadas. Este estudo também confirmou uma boa correlação interobservador para o AB.