

厚生労働科学研究委託費（革新的がん医療実用化研究事業）

委託業務成果報告（業務項目）

Credentialing に関する報告

山下 幹子

神戸市立医療センター中央市民病院 放射線技術部 診療放射線技師

【研究要旨】

多施設試験の解析に使用する放射線治療計画装置(以下 TPS)並びに Simple MU Analysis(以下 Indp)に登録した Beam Data が、適切であるかの確認を共通の患者 Data を用いて実施する。さらに、TPS 及び Indp から算出される水等価深の差を確認した。その結果、治療計画装置に依存する差が判明したが、多施設試験を実施するに際しては許容範囲であると判断した。

【研究協力者および所属施設】

研究協力者 01 橋 英伸	所属施設 01 国立がん研究センター東病院
研究協力者 02 高橋 良	所属施設 02 がん研有明病院
研究協力者 03 馬場 大海	所属施設 01 国立がん研究センター東病院
研究協力者 04 上間 達也	所属施設 02 がん研有明病院
研究協力者 05 菅原 康晴	所属施設 03 国立国際医療研究センター
研究協力者 06 清水 裕之	所属施設 04 北里大学メディカルセンター
研究協力者 07 宮岡 聡	所属施設 05 上都賀総合病院
研究協力者 08 西山 史朗	所属施設 06 久喜総合病院
研究協力者 09 河合 大輔	所属施設 07 神奈川県立がんセンター
研究協力者 10 板野 正信	所属施設 08 稲城市立病院
研究協力者 11 山崎 健史	所属施設 08 稲城市立病院
研究協力者 12 山本 鋭二郎	所属施設 09 大手前病院
研究協力者 13 佐藤 礼	所属施設 10 板橋中央総合病院
研究協力者 14 石橋 悟	所属施設 11 佐世保市立総合病院
研究協力者 15 樋口 義洋	所属施設 11 佐世保市立総合病院

【背景】

- ・ 国内 12 施設で同じ独立検証ソフトウェアでの多施設試験を実施するが、事前に多施設試験データに大きな影響をもたらす要素を除外する必要がある。すなわち、チェックしたビームデータが適切に登録され、独立計算検証ソフトウェアが計算可能であることを確認する必要がある。また、治療計画装置の計算精度が多施設とは大きく逸脱した精度になっているかどうかを確認する必要がある。
- ・ また Indp では、TPS とは独立して水等価深を算出しているためその計算結果の差も誤差要因の一部となり得る。

【目的】

- ・ 多施設試験で Indp を使用するにあたり、TPS 並びに Indp が多施設と逸脱した精度になっていないかを確認する。
- ・ TPS と Indp それぞれから算出される放射線経路長(水等価深)に関して、どのような差があるのかを確認する。

【方法】

参加施設 ; 12 施設

TPS と治療装置の組み合わせ ; 27 組

TPS の種類 ; 3 種類

Pinnacle ; 4 組

Xio ; 8 組

Eclipse ; 15 組

検証症例 ; 臨床 CT Data 8 種類, 210 症例

ファントム Data 3 種類, 48 症例

照射文数 ; 臨床 CT Data 420 門

ファントム Data 144 門

1. 患者 CT Data ; 8 種類

~ 全脳・頭頸部・喉頭・乳房・肺・食道・骨盤・上腕骨(以下 Cred1~8)

- a. 全 8 症例の臨床 CT 画像及び ROI を TPS に登録し、指示書¹に従いパラメータ(使用 Energy, アイソセンター及び線量評価点の座標, Gantry と Collimator 角度, Jaw 及び MLC の設定, 電子密度の割当)を設定後、線量計算を実施して患者 Plan を作成
- b. a. を Indp に DICOM 転送し、a. と同様各 ROI に電子密度の割当を行い、臨床 Plan の検証を実施
- c. a. と b. の結果を TPS 毎に比較(TPS vs. Indp)
- d. a. で作成した臨床 Plan を校正用ファントム(測定深 10cm)に移しこみ、測定 Plan を作成
- e. d. を Indp に DICOM 転送し、測定 Plan の検証を実施
- f. d. で作成した測定 Plan を校正用ファントムと 0.6cc 線量計を使用して、測定を実施
- g. d. と f. の結果(TPS vs. 実測)及び e. と f. の結果(Indp vs. 実測)を TPS 毎に比較

2. 放射線経路長 ; ファントム 3 種類を使用

~ 水等価, 肺等価, 骨等価

放射線経路長の測定

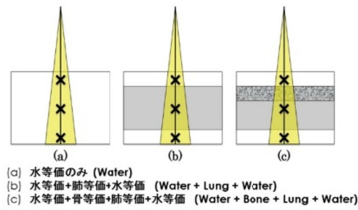


図 1 ; 放射線経路長測定用のファントム配置及び評価点の位置

- 図 1 の様に水等価・肺等価・骨等価ファントムを 3 パターンの配置で重ねて CT を撮影
- TPS において図 1 に従って線量評価点を設定、線量計算を実施し放射線経路長を算出
- b.を Indp に DICOM 転送し、計算を実施し放射線経路長を算出
- b.と c.の結果と理論値との差を算出し TPS 毎に結果を解析
- 臨床 Plan(Cred1~8)において、放射線経路長が影響する Effective Depth を TPS 毎に解析

【結果】

結果を表 1-1 ~ 3 及び図 2-1 ~ 20 で示す。

1-c. 表 1-1. 臨床 CT Data を用いた TPS と Indp の比較(Indp 基準)

- ・ 全てにおいて Indp が高い
- ~ 特に Cred4(乳房)と 5(肺)は差が大きい
- ・ Pinnacle ; 全部位で他の TPS より差が大きい
- ・ Xio ; Linac に起因するところなのか、ばら

つきが大きい

- ・ Eclipse ; 他の TPS より差は小さい

1-g. 表 1-2 . ファントム Data を用いた計測 Plan における TPS と実測の比較(実測基準)

- ・ Xio の一部を除いて±1%以内で一致
- ・ Pinnacle ; 他の TPS よりばらつきが大きい 特に Cred2 ~ 4(頭頸部, 喉頭, 乳房)
- ・ Xio ; Cred5 ~ 7(肺, 食道, 骨盤)で差が大きい
- ・ Eclipse ; Cred7(骨盤)にてばらつきが大きい

1-g. 表 1-3 . ファントム Data を用いた計測 Plan における Indp と実測の比較(実測基準)

- ・ 全体的に 1%程度 Indp が高い 特に Cred5(肺)と 7(骨盤)が 1.5%程高い
- ・ Pinnacle ; Eclipse に比べばらつきが大きい
- ・ Xio ; 他の TPS よりばらつきが大きい
- ・ Eclipse ; 殆どが 1%以内で一致している

2-d . 放射線経路長の解析

図 2-1 ~ 12 にて結果(2-1, 5, 9 は各評価点の位置)を表す。

グラフは理論値と放射線経路長との差の平均を表し、TPS 間で有意差があるもののみ数値を示す。

- ・ 第 1 評価点 ~ Xio でばらつきが大きい
- ・ 第 2・3 評価点 ~ (b)Pinnacle と Xio は長く、Eclipse は短く、Indp は全て短い
- ~ (c)全ての TPS で長く算出しており、特に Pinnacle で長い

2-e . Effective Depth の解析

図 2-13～20 にて結果を示す。

グラフは値のばらつきを見るために箱ヒゲ図にて作成しており、有意差があるものを数値で示す。

- ・Pinnacle は Xio と有意差有(Eclipse とは無)
- ・Xio は他の TPS と有意差有

また、Air や Lung を含む部位においてばらつきが大きい

- ・Eclipse は組み合わせが多い事で最大と最小差が大きい、中央値付近はばらつきが小さい

【考察】

- ・ TPS と Indp の比較
 - TPS では多様なアルゴリズムが使用されているが、Indp は Clarkson 法である事に起因する差が生じていると思われる。
 - Air と Lung のある Cred で差が大きいのは、TPS と独立して放射線経路長を算出するなかで Indp において短く計算されている事が一因としてある。
- ・ 放射線経路長
 - TPS に依存した差が生じているが、アルゴリズムの特性によるものと思われる。特に Pinnacle では物理密度を使用しているために、他の TPS に比べて長く算出されている。

【結論】

- ・ 全 12 施設で 27 の組み合わせの Credentialing を実施した。
- ・ TPS に依存する差が判明したが、多施設試験を実施するには許容範囲である。

【参考文献】

- ¹ 強度変調照射法を用いた放射線治療の疾患別および治療法別の安全性の確立研究班, Credentialing のための臨床および測定プラン作成指示書, 2014.

【研究発表】

なし

【知的財産権の出願・登録状況】

(予定を含む)

1. 特許取得

なし

2. 実用新案登録

なし

3. その他

なし

・表内の数値は、平均値±2×標準偏差である。

表 1. 患者 CT Data を用いた TPS と Indp の比較(Indp 基準)

	Field No.	Pinnacle	Xio	Eclipse
Cred 1	1	-2.8±1.0%	-0.8±2.3%	-0.8±1.3%
全脳	2	-3.0±1.4%	-1.1±1.7%	-1.1±1.6%
Cred 2	1	-2.4±1.5%	-1.9±2.2%	-1.4±1.6%
頭頸部	2	-2.5±1.7%	-1.6±2.6%	-1.6±1.7%
Cred 3	1	-2.7±0.6%	-0.6±1.5%	-0.5±1.5%
喉頭	2	-3.2±0.6%	-1.0±1.6%	-0.6±1.1%
Cred 4	1	-2.5±0.7%	-1.3±3.3%	-2.4±2.1%
乳房	2	-3.0±0.8%	-2.0±2.0%	-2.4±2.1%
Cred 5	1	-5.0±2.1%	-2.4±3.1%	-4.9±2.2%
肺	2	-4.7±1.8%	-2.2±2.1%	-4.0±3.0%
Cred 6	1	-1.7±2.1%	0.6±1.6%	-1.1±1.1%
食道	2	-4.7±3.1%	0.1±3.0%	-1.8±3.7%
Cred 7	1	-0.7±2.0%	0.7±1.0%	-0.2±1.7%
骨盤	2	-1.1±1.7%	0.6±1.1%	0.0±1.8%
Cred 8	1	-2.9±2.5%	-0.6±1.7%	-1.2±1.3%
上腕骨	2	-3.1±1.9%	-1.4±2.5%	-1.0±1.5%

表 2 . ファントム Data を用いた計測 Plan における TPS と実測の比較(実測基準)

	Field No.	Pinnacle	Xio	Eclipse
Cred 1 全脳	1	-0.4±1.6%	0.2±1.2%	0.1±1.1%
	2	-0.5±1.5%	0.2±0.6%	0.0±1.1%
Cred 2 頭頸部	1	0.4±3.7%	0.6±2.2%	-0.2±1.2%
	2	0.2±3.9%	0.3±1.5%	0.0±1.4%
Cred 3 喉頭	1	-0.2±1.9%	-0.3±1.3%	0.0±1.5%
	2	-0.1±2.1%	-0.5±1.4%	0.0±1.9%
Cred 4 乳房	1	-0.2±2.5%	0.4±2.7%	-0.5±0.8%
	2	-0.5±2.7%	0.1±2.5%	-0.5±0.8%
Cred 5 肺	1	0.1±1.8%	2.4±1.4%	0.2±1.5%
	2	0.0±1.5%	2.4±1.2%	0.1±1.5%
Cred 6 食道	1	-0.3±1.7%	1.5±2.7%	-0.5±2.3%
	2	-0.6±0.6%	1.3±2.6%	-0.1±1.1%
Cred 7 骨盤	1	-0.6±2.0%	1.4±2.7%	0.2±2.8%
	2	-0.7±0.9%	1.8±3.2%	-0.1±2.3%
Cred 8 上腕骨	1	-0.8±2.5%	-0.2±1.6%	-0.1±1.2%
	2	-0.7±2.5%	-0.1±1.5%	0.0±1.4%

表 3 . ファントム Data を用いた計測 Plan における Indp と実測の比較(実測基準)

	Field No.	Pinnacle	Xio	Eclipse
Cred 1	1	0.2±1.9%	0.2±1.2%	0.0±1.2%
全脳	2	0.1±1.8%	0.3±1.3%	-0.1±1.0%
Cred 2	1	0.3±2.9%	-0.2±2.9%	0.2±2.5%
頭頸部	2	-0.2±3.7%	-0.3±3.0%	0.3±2.0%
Cred 3	1	-0.3±2.4%	-0.4±1.9%	-0.1±1.9%
喉頭	2	-0.2±2.4%	0.3±4.1%	0.0±1.9%
Cred 4	1	0.0±3.0%	0.5±2.2%	-0.1±1.7%
乳房	2	-0.3±2.8%	0.2±2.5%	-0.1±1.6%
Cred 5	1	1.5±2.1%	1.6±1.4%	1.2±1.8%
肺	2	1.3±2.0%	1.8±1.2%	1.1±1.7%
Cred 6	1	0.9±2.0%	1.0±1.7%	0.3±1.3%
食道	2	0.5±1.7%	0.9±1.6%	0.3±1.2%
Cred 7	1	1.4±2.4%	1.8±1.8%	1.0±1.6%
骨盤	2	1.5±1.2%	2.2±2.1%	0.7±1.6%
Cred 8	1	0.1±2.7%	0.3±1.7%	-0.1±1.4%
上腕骨	2	0.3±2.9%	0.3±1.6%	-0.1±1.6%

第1評価点

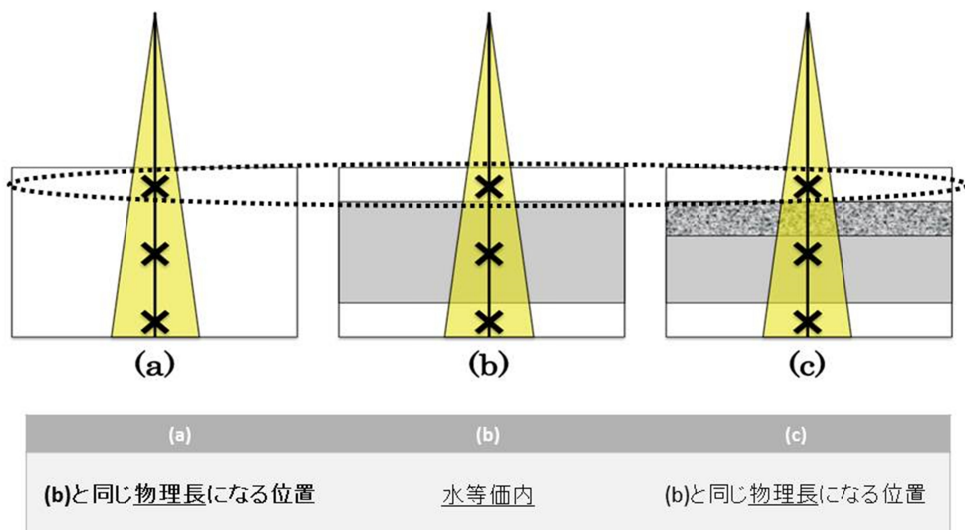


図 2-1 ; 第 1 評価点の位置

第1評価点 (a)~Water内~

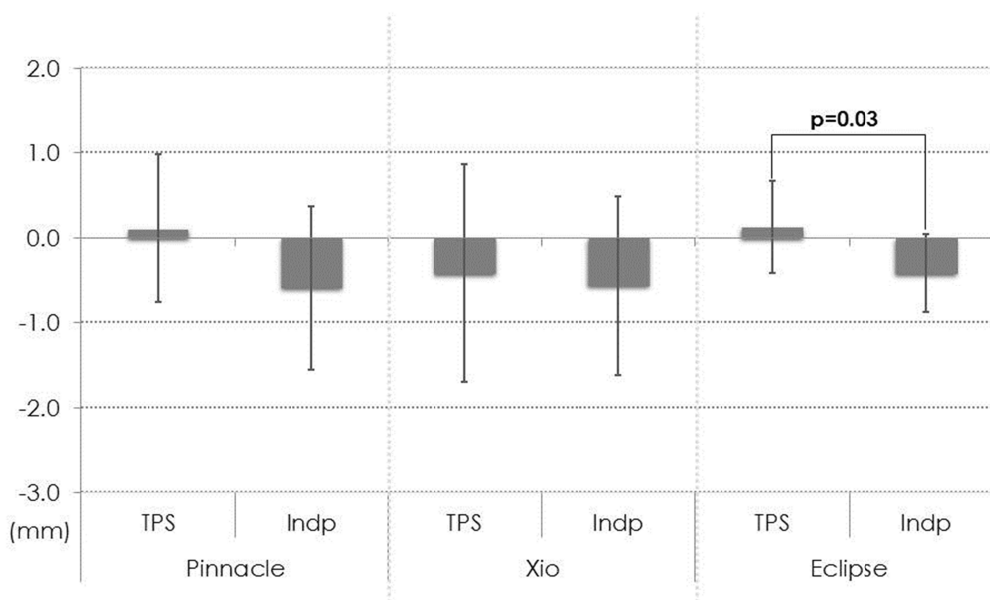


図 2-2 ; (a)水等価ファントムのみにおける第 1 評価点

第1評価点 (b)~Water内~

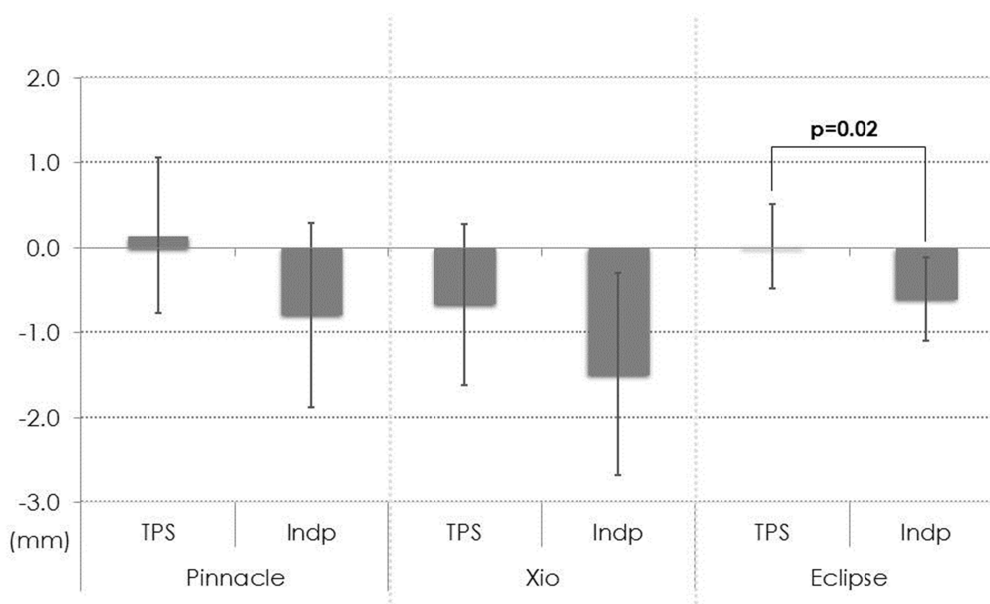


図 2-3 ; (b)水等価+肺等価+水等価ファントムにおける水等価内の第 1 評価点

第1評価点 (c)~Water内~

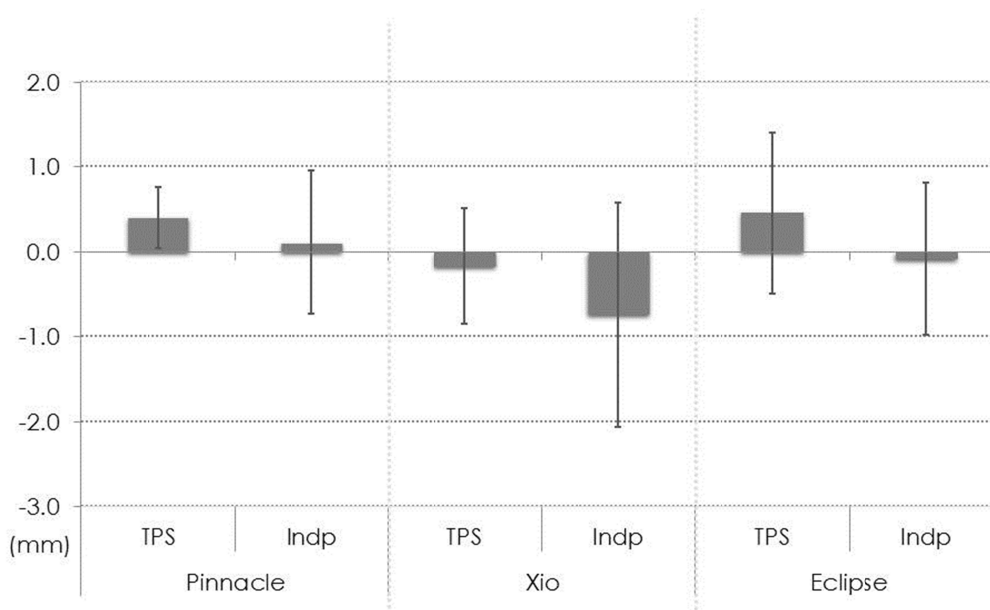


図 2-4 ; (c)水等価+骨等価+肺等価+水等価ファントムにおける水等価内の第 1 評価点

第2評価点

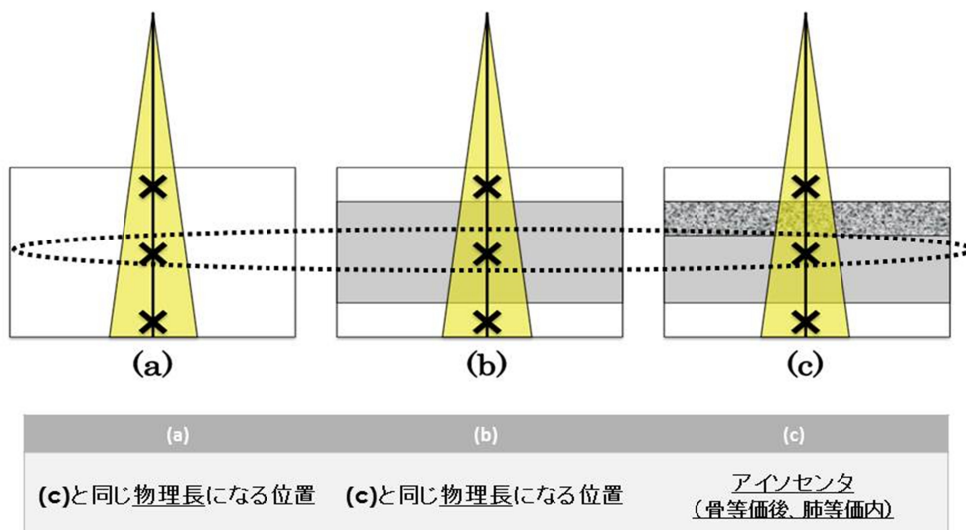


図 2-5 ; 第 2 評価点の位置

第2評価点 (a)~Water内~

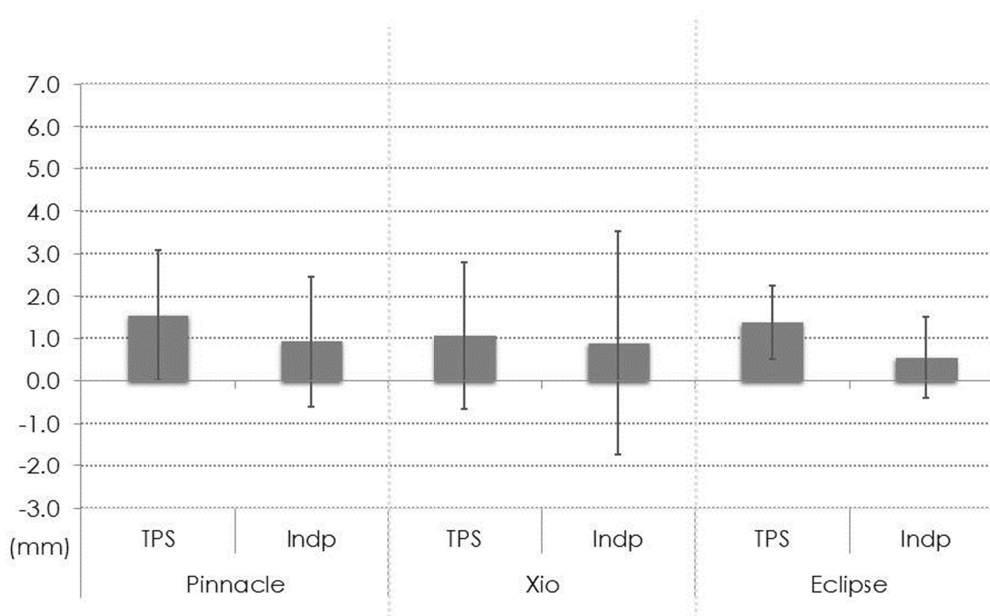


図 2-6 ; (a)水等価ファントムのための第 2 評価点

第2評価点 (b) ~ Water通過後, Lung内 ~

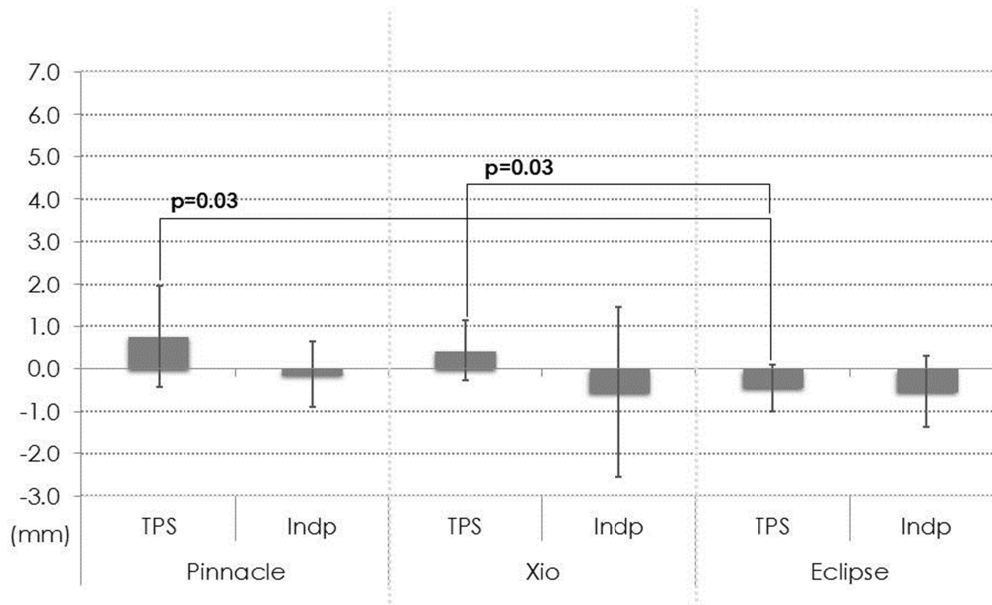


図 2-7 ; (b)水等価+肺等価+水等価ファントムにおける肺等価内の第 2 評価点

第2評価点 (c) ~ Water + Bone通過後, Lung内 ~

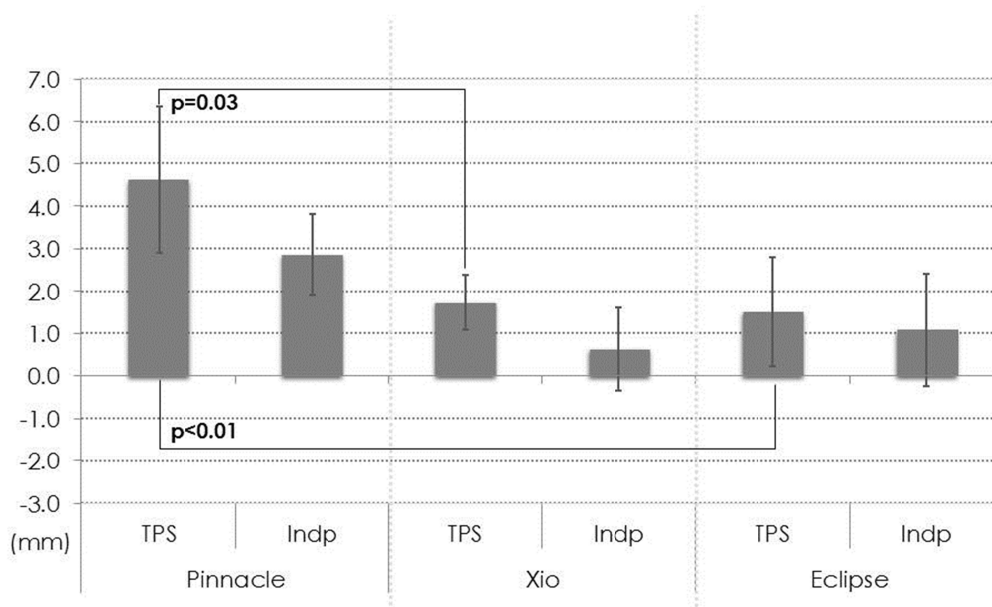


図 2-8 ; (c) 水等価+骨等価+肺等価+水等価ファントムにおける肺等価内の第 2 評価点

第3評価点

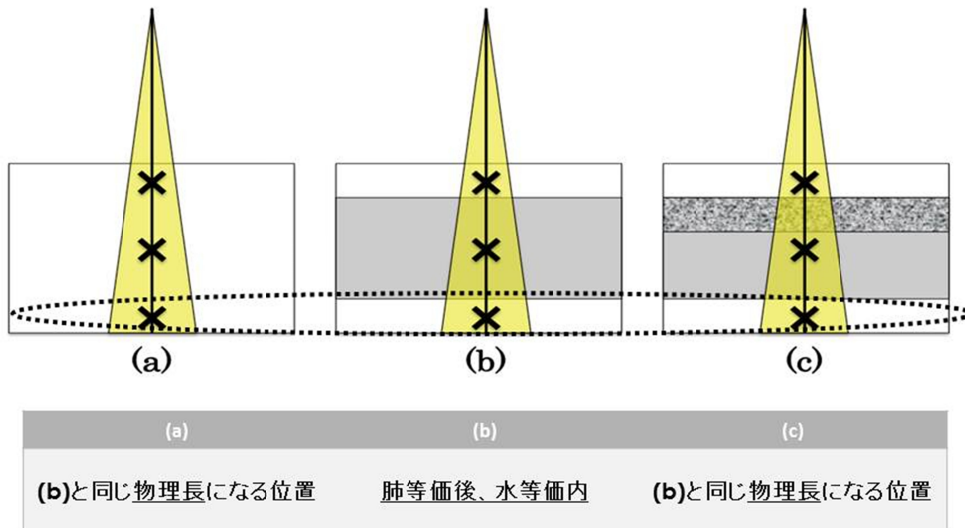


図 2-9 ; 第 3 評価点の位置

第3評価点 (a)~Water内~

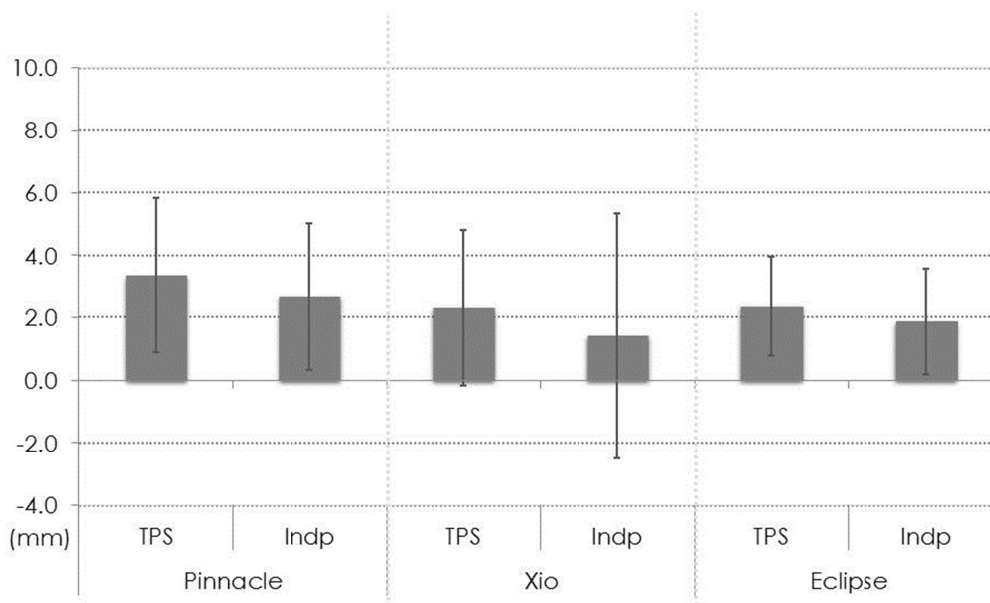


図 2-10 ; (a)水等価ファントムのための第 3 評価点

第3評価点 (b) ~ Water + Lung通過後, Water内 ~

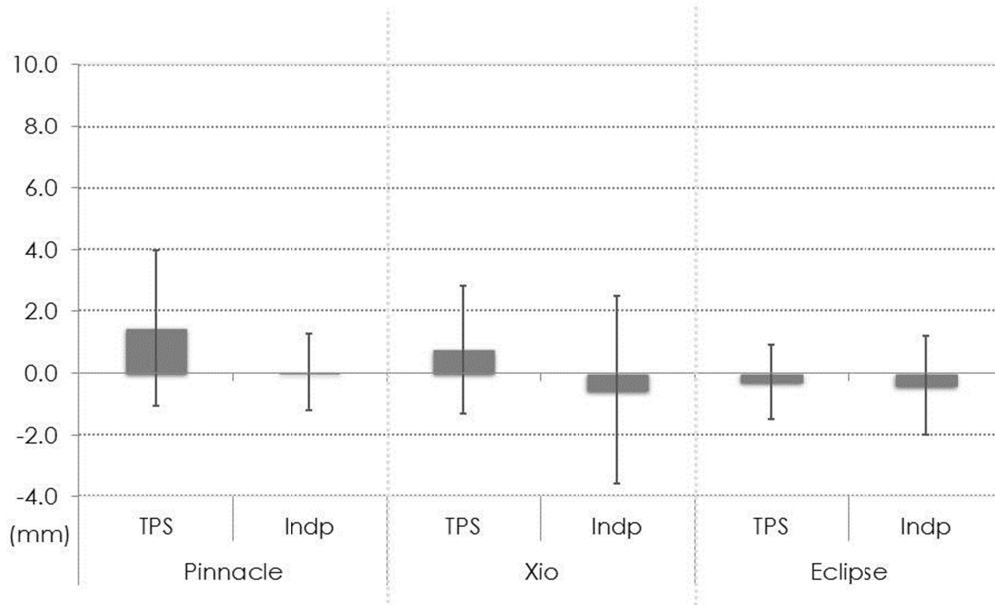


図 2-11 ; (b)水等価+肺等価+水等価ファントムにおける水等価内の第 3 評価点

第3評価点 (c)

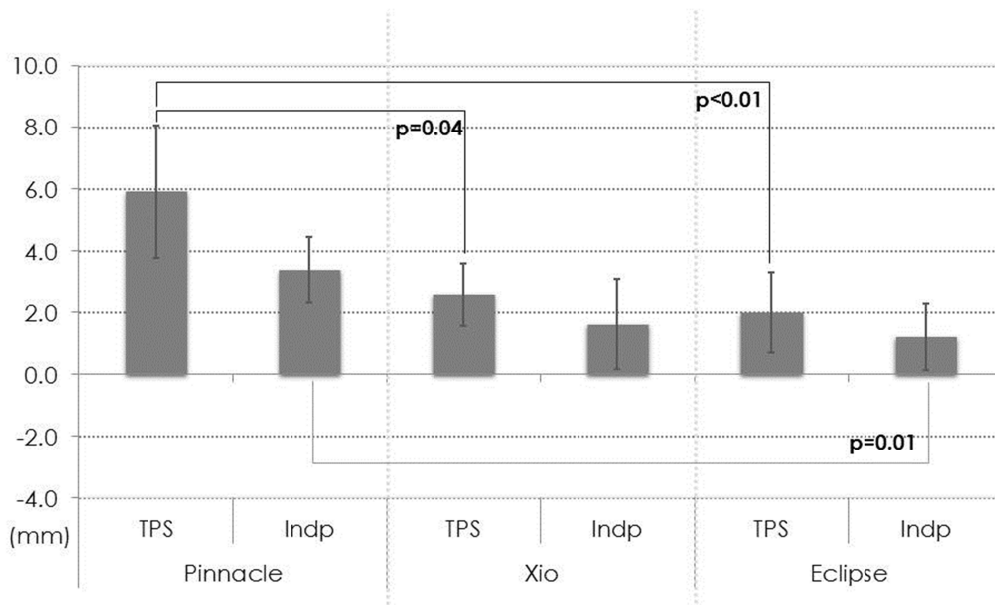


図 2-12 ; 水等価+骨等価+肺等価+水等価ファントムにおける肺等価内の第 2 評価点

Cred1 ; 全腦

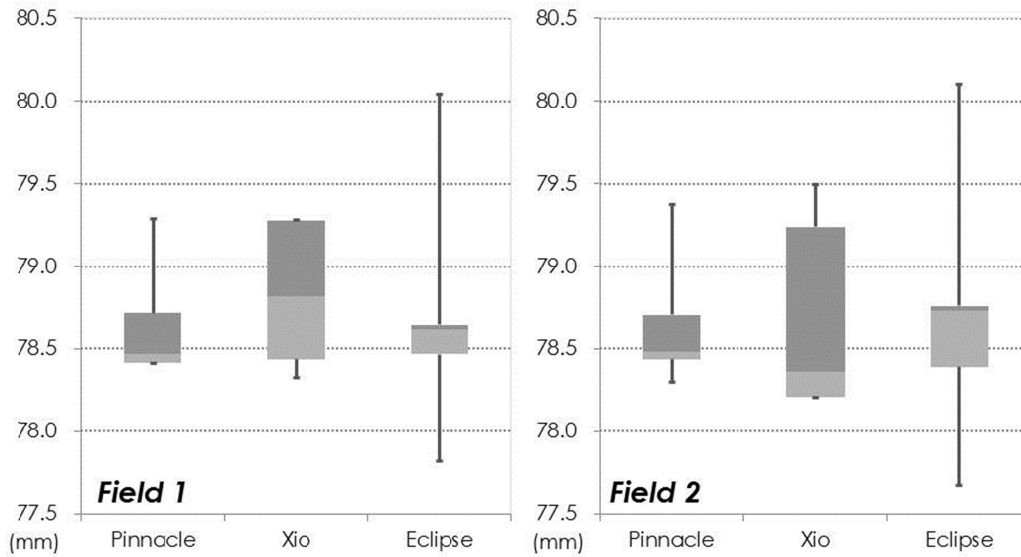


圖 2-13 ; Cred1 全腦 Effective Depth

Cred2 ; 頭頸部

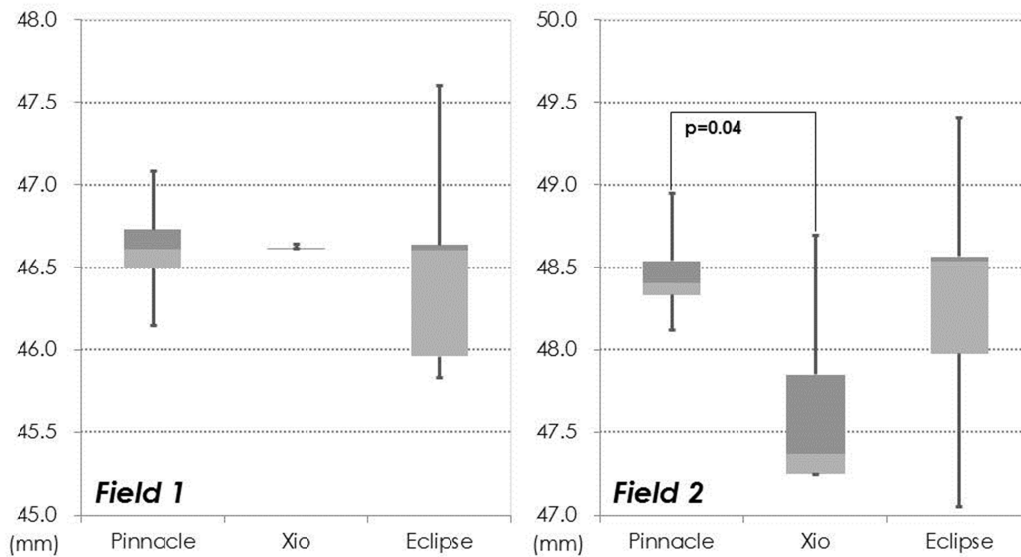


圖 2-14 ; Cred2 頭頸部 Effective Depth

Cred3; 喉頭

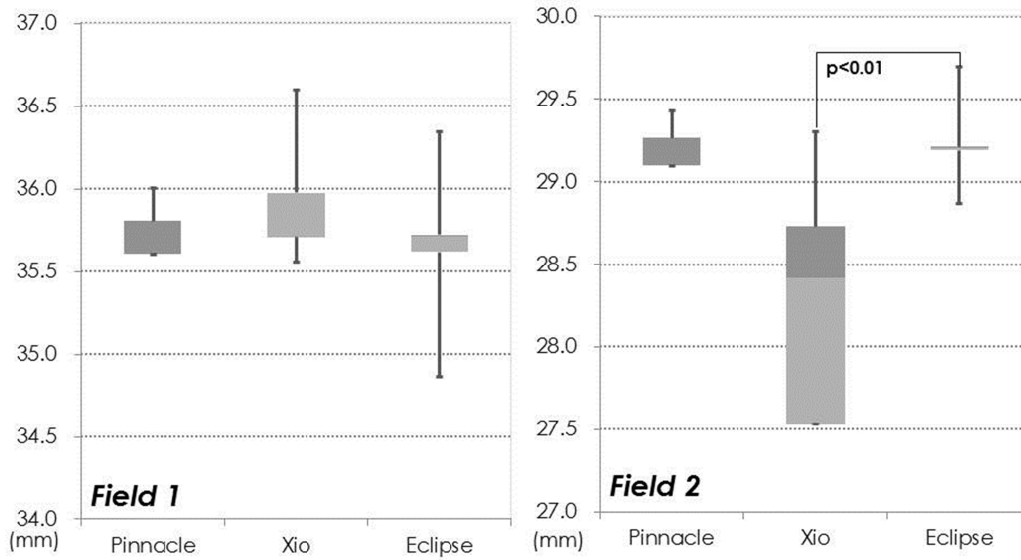


图 2-15 ; Cred3 喉頭 Effective Depth

Cred4; 乳房

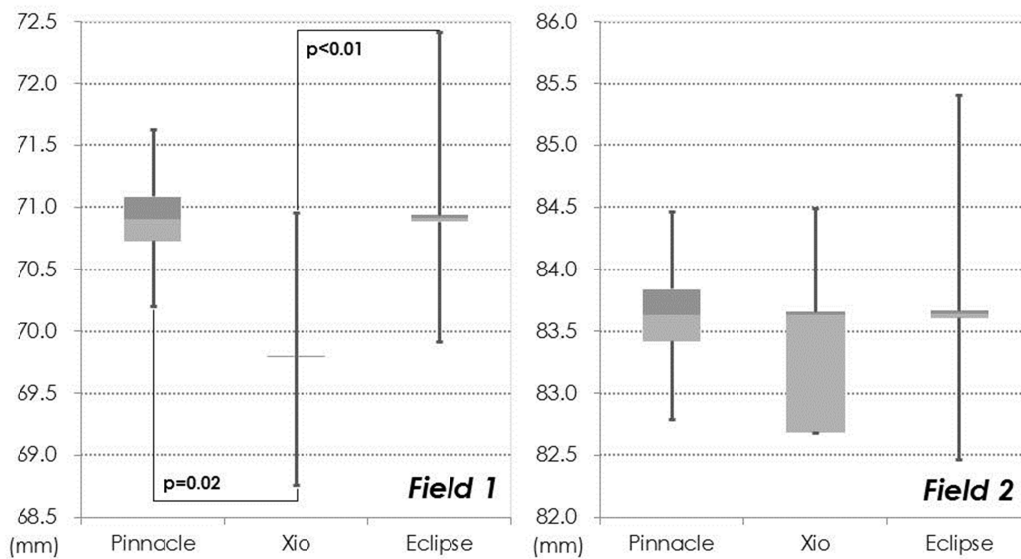


图 2-16 ; Cred4 乳房 Effective Depth

Cred5; 肺

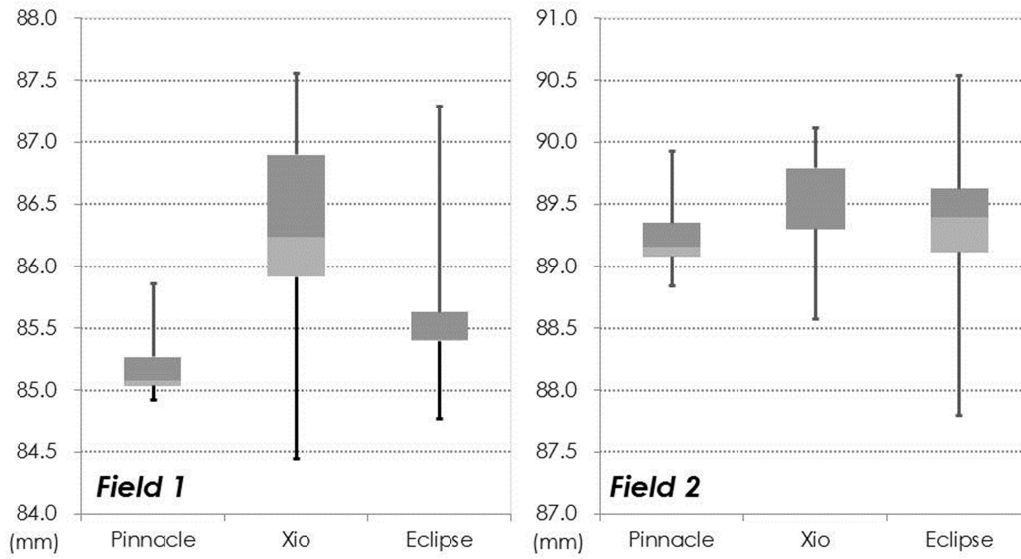


图 2-17 ; Cred5 肺 Effective Depth

Cred6; 食道

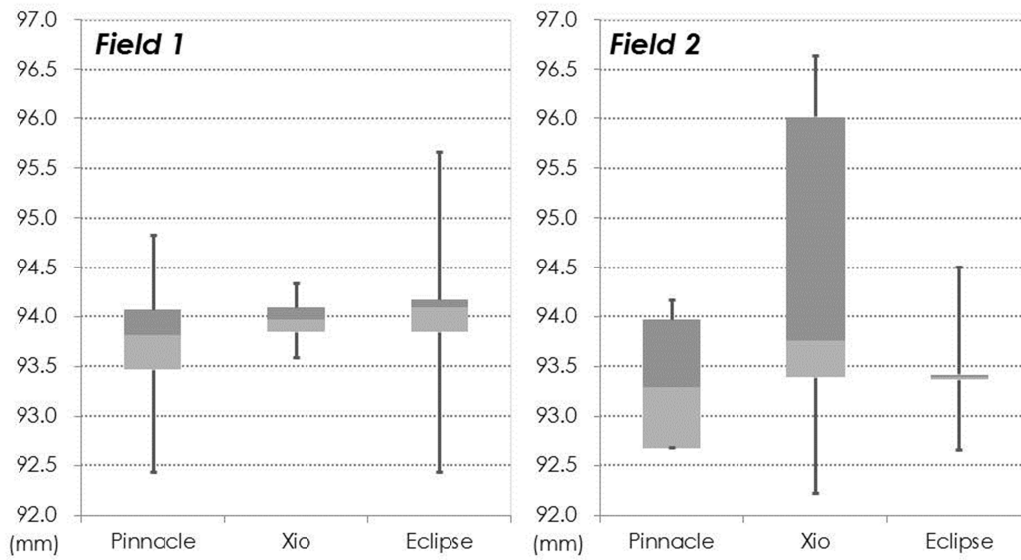


图 2-18 ; Cred6 食道 Effective Depth

Cred7; 骨盤

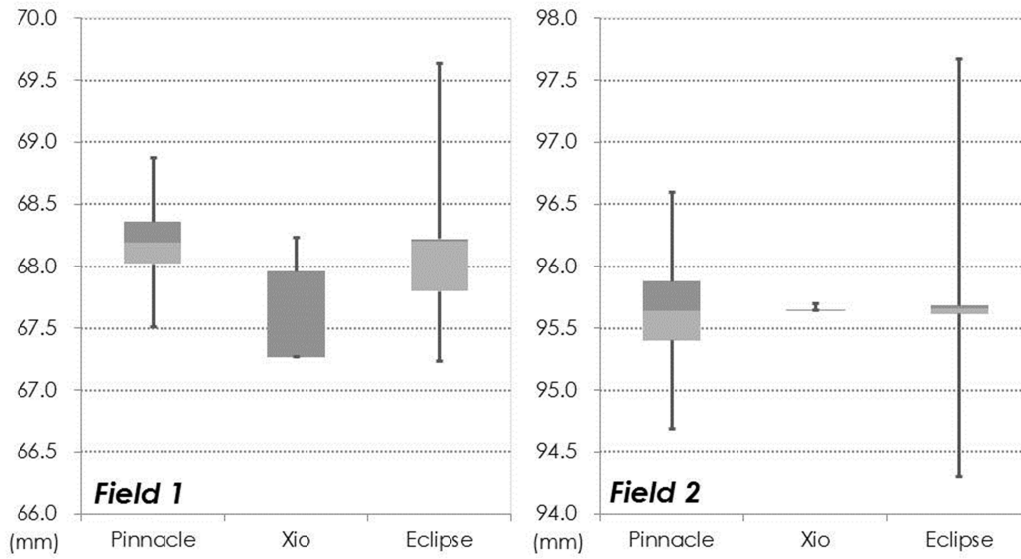


图 2-19 ; Cred7 骨盤 Effective Depth

Cred8; 上腕骨

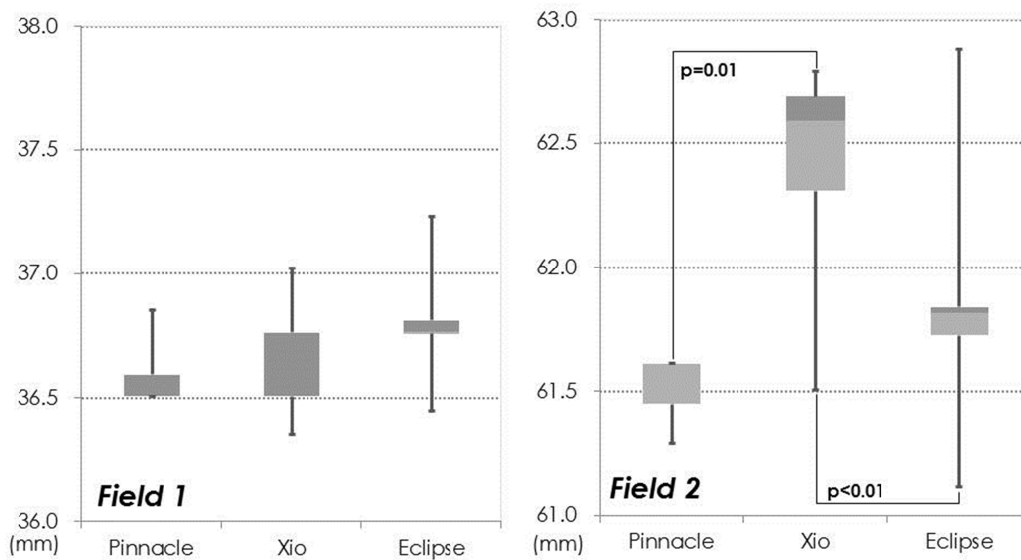


图 2-20 ; Cred8 上腕骨 Effective Depth