

## 主 論 文 要 旨

論文提出者氏名：尾崎 裕亮

専攻分野：整形外科

指導教授：仁木 久照

主論文の題目：

Accuracy of Cup Placement Angle, Leg Lengthening, and Offset Measurement Using an AR-Based Portable Navigation System: Validation in Supine and Lateral Decubitus Positions for Total Hip Arthroplasty

(AR ポータブルナビゲーションシステムを使用したカップ設置、脚長、オフセット計測の精度：仰臥位と側臥位人工股関節全置換術での検証)

共著者：

Takeaki Yamamoto, Satomi Kimura, Toru Kasai,  
Rintaro Niki, Hisateru Niki

### 緒言

人工股関節全置換術 (Total Hip Arthroplasty : THA) は、股関節疾患の効果的な治療法であるが、インプラントの設置不良が術後成績不良の原因となるため、精度の高い手術が求められる。このような背景にあって、術中にインプラントの位置・角度といった情報を術者が認識できるようにコンピュータ支援手術 (Computer-Assisted Surgery : CAS) が開発されてきた。

当院では 2021 年より、イメージレス型ポータブルナビゲーションシステム「AR Hip Navigation System」(AR Hip、Zimmer Biomet 社、日本) を THA に導入している。このシステムは拡張現実 (Augmented Reality : AR) 技術を利用しており、カップ設置角度である外方開角 (Radiographic Inclination : RI)、前方開角 (Radiographic

Anteversion : RA)、および脚長 (Leg Lengthening : LL)、オフセット (Offset : OS) 変化を測定する機能が備わっている。

THA の手術体位には仰臥位と側臥位があり、術者の経験や症例によって使い分けられている。CAS ツールは術中の骨盤変動が大きい側臥位手術での需要が特に高いが、他のポータブルナビゲーションを使用した側臥位 THA の報告では、設置精度が仰臥位 THA と比較して低い傾向にあった。本研究では AR Hip を用いた THA でのインプラント設置精度を検証し、その精度が手術体位の違いで影響を受けていたかを合わせて評価することを目的とした。

## 方法・対象

2022 年 1 月から 8 月に当院で施行された初回 THA 症例 46 例 (48 股) を対象とし、全例で AR Hip により RI、RA、LL、OS を計測した。患者は手術体位により仰臥位 (S 群) と側臥位 (L 群) の 2 群に分け、S 群には仰臥位で前外側アプローチによる 15 例 (17 股)、L 群には側臥位で後外側アプローチによる 31 例 (31 股) を含めた。AR Hip では、骨盤に QR コードを設置し、iPhone カメラで読み取ることで、機能的骨盤平面 (Functional Pelvic Plane : FPP) グリッドを表示し、FPP 上でカップ角度を計測する。また、大腿骨に QR マーカーを装着し、ベースラインを登録することでインプラント設置前後の LL と OS の変化を測定する。術中のデータを記録し、術後には CT 画像から 3D ソフトウェア Zed Hip (LEXI 社、日本) を用いて解析した RI、RA、LL、OS の絶対誤差を算出し、Mann-Whitney U 検定を使用し群間の統計学的差異を検討した。誤差が RI、RA で  $5^{\circ}$  以上、LL、OS で 5mm 以上の逸脱をアウトライヤーと定義し、発生率と群間差についてカイ二乗検定を用いて統計的に比較した。有意水準は、 $P < 0.05$  と設定した。本研究はヘルシンキ宣言に準拠し、聖マリアンナ医科大学生命倫理委員会 (承認 6018 号) の承認を得た。

## 結果

両群間に性別、平均年齢、身長、体重、患側、BMI に有意差は認められなかった。RI の絶対値誤差は S 群  $2.0 \pm 2.2^\circ$ 、L 群  $1.7 \pm 1.4^\circ$ 、全群  $1.8 \pm 1.7^\circ$ 、RA は S 群  $2.1 \pm 1.2^\circ$ 、L 群  $2.0 \pm 1.3^\circ$ 、全群  $2.0 \pm 1.2^\circ$  であり、いずれも有意差は認めなかった。LL の絶対誤差は S 群  $3.4 \pm 2.7\text{mm}$ 、L 群  $2.3 \pm 1.7\text{mm}$ 、全群  $2.3 \pm 2.2\text{mm}$  で、OS は S 群  $3.7 \pm 3.1\text{mm}$ 、L 群  $3.3 \pm 2.7\text{mm}$ 、全群  $3.5 \pm 2.8\text{mm}$  であり、いずれも有意差は認めなかった。アウトライヤー率は、RI が S 群 11.8%、L 群 3.2%、RA が S 群 0%、L 群 3.2%、LL が S 群 29.4%、L 群 6.5%、OS が S 群 23.5%、L 群 25.8% であり、LL のみ両群間で有意差を認めた ( $P=0.031$ )。

## 考察

AR Hip のカップ設置精度は、先行研究と同等であった。また、側臥位 THA では骨盤の不安定性が想定されるが、AR Hip の「Flip Technique」を使用することで、仰臥位で登録した FPP を側臥位に適用し、2 群間で設置角度に影響が生じなかった点は注目すべきである。さらに LL と OS の絶対誤差に関しても既存システムと同等であり、術中測定の信頼性が確認された。LL のアウトライヤー率が仰臥位で多かった原因として、仰臥位での脚の完全伸展の困難さや軟部組織による障害が影響した可能性が考えられた。

## 結論

AR Hip は、THA におけるインプラント設置角度の高精度化を実現する有用なツールであり、仰臥位・側臥位の両方で安定した精度を示した。LL と OS についても測定精度が臨床的に許容範囲にあり、精度の高い THA を施行する上で有用な CAS ツールであることが示唆された。