

低被ばく、治療時間の短縮に貢献する Needle ASSIST アプリケーション

小川昌美

GEヘルスケア・ジャパン株式会社 Interventional部

Key
Words

●椎体固定術 ●スクリュー固定術 ●Needle ASSIST ●Stereo3D

Needle ASSISTは、Non-vascular intervention支援アプリケーションの1つで、CBCT画像を利用して穿刺のTrajectory Planningを行い、透視画像のガイドとして利用することができる。X線透視画像ガイド下で行われる経皮的椎体形成術や、最近ではハイブリッド手術室で行われるようになってきた低侵襲的治療としての椎体固定術にも利用されている。

背景

CBCT画像による3D情報の活用により、穿刺を伴うIVR手技に解剖学的Volume情報を与えることができる。GE製多目的X線撮影システムにはCTやMRI装置と同様の3D画像処理ワークステーションであるアドバンテージワークステーション(AW)を搭載しており、CBCT画像はさらに効果的な活用が可能となる。

Needle ASSISTを用いてIVR手技のワークフローをサポートすることで、治療時間の短縮、被ばく低減に繋がる。CBCT撮影については、近年さらに加わったAutoRightにより、複数パラメータによるX線撮影・透視条件がリアルタイムに最適化されるようになった。

Needle ASSIST

Needle ASSISTは次の3ステップで、穿刺を伴うIVRの治療ワークフローをサポートする(図1)。

Plan：患者をX線撮影装置の寝台にポジショニ

ングし、CBCT撮影を行う。Needle ASSISTを起動し、CBCT画像上においてターゲットポイントとエントリーポイントを決定すると、自動的に穿刺軌道がラインとして表示される。

Guide：3D Roadmap機能によって、CBCT画像とともに穿刺軌道が透視画像に重ね合わせて表示される。これをガイドにしながら手技を進めることができる。

Assess：ターゲットポイントに到達した後、治療を行う。CBCT撮影を行い、治療結果の確認を行う。

3D RoadmapによるGuide

透視画像と穿刺軌道のラインの重ね合わせ表示は、Cアームの回転のみならずテーブルの動きにも追従する。穿刺軌道のほか、解剖学的情報として参照する骨Volumeの透過度を変更して表示することもできるため、視認しやすく、見やすい画像の選択および調整も可能である。

始めに、穿刺軌道に対して垂直になる方向、す

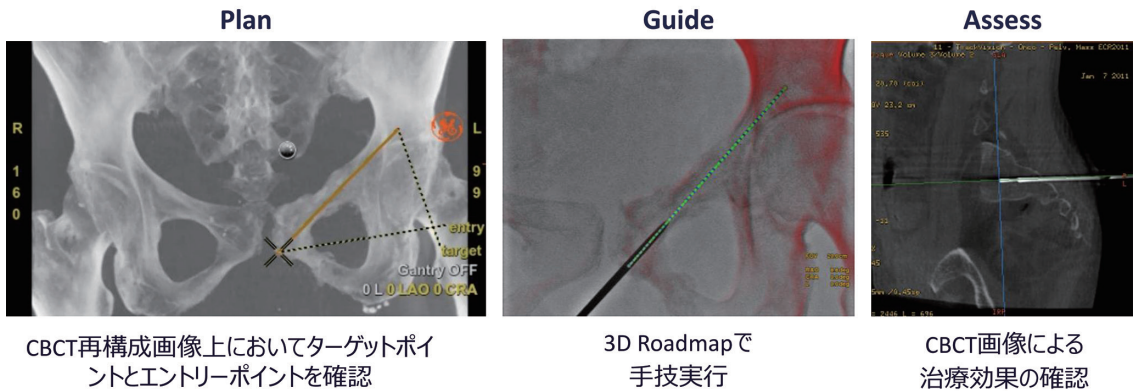


図1 Needle ASSISTの3ステップ

なわち軌道が点に見える Bull's eye View の角度にCアームを配置し、透視画像上に重なった“点” = 事前に計画したエントリーポイントに穿刺を行う。次に穿刺軌道を真横の方向、すなわち最も長く見える角度にCアームを回転させ、深さと方向を確認しながら針を進めていく。

Where is my needle in the anatomy / CBCT ?

手技中に患者の体動等により初めのポジションからずれることが多いが、3D RoadmapではCBCT画像と透視画像の骨の解剖学的情報を目印にして位置合わせをするため、透視画像上でこのズレを認識することができる。ズレが確認された場合、アプリケーション上で位置合わせの微調整が可能であるため、再度重ね合わせて参照することも容易に行える。

ところで、はじめに計画した穿刺軌道に沿って針を進められているか、またターゲットとなるポイントまでの残りの距離を適宜確認することが必要となるが、2D情報の透視画像から立体的な深さ情報を確認するためには次の方法が考えられる。

- ①さまざまな方向から確認する方法……精度は術者に依存する
- ②CBCTを撮影する……被ばくの増加、治療時間の延長

このジレンマを解決するのがStereo 3Dである。この機能によってCBCTの3D情報を確保しながら

ら被ばくを抑え、かつConfidence (精度) も保つことができる。

Stereo 3DによるGuide

図2にStereo 3Dの流れを示す。

- ①②現在進めている針を2方向で撮影する。
- ③2方向の撮影画像を元に、針の位置を検証。
- ④始めに穿刺軌道の計画を行ったCBCT画像上にRegistrationして重ね合わせ表示することにより現在の針と計画した穿刺軌道とにずれがあるかどうかを立体的に確認し、またターゲットまでの残りの距離を測定できる (図2、3)。

整形外科領域での椎体固定術での活用

近年国内でも広がってきたハイブリッド手術室は、TAVIやステントグラフト治療が主な目的として始まったが、治療中にCBCT画像が撮影できることや、マルチモダリティ Fusion 機能を利用できることなどの理由から、今では低侵襲の外科的治療も行われるようになってきている。整形外科領域の治療である椎体固定術をハイブリッド手術室で行うことは、外科用 X線撮影装置に比べて一般的に大きな視野が確保できること、CBCT撮影が可能であること、また治療前後の比較が容易であることなどのメリットがある。

Needle ASSISTは、椎体固定術においてスクリーを入れる際のTrajectory計画にも利用する

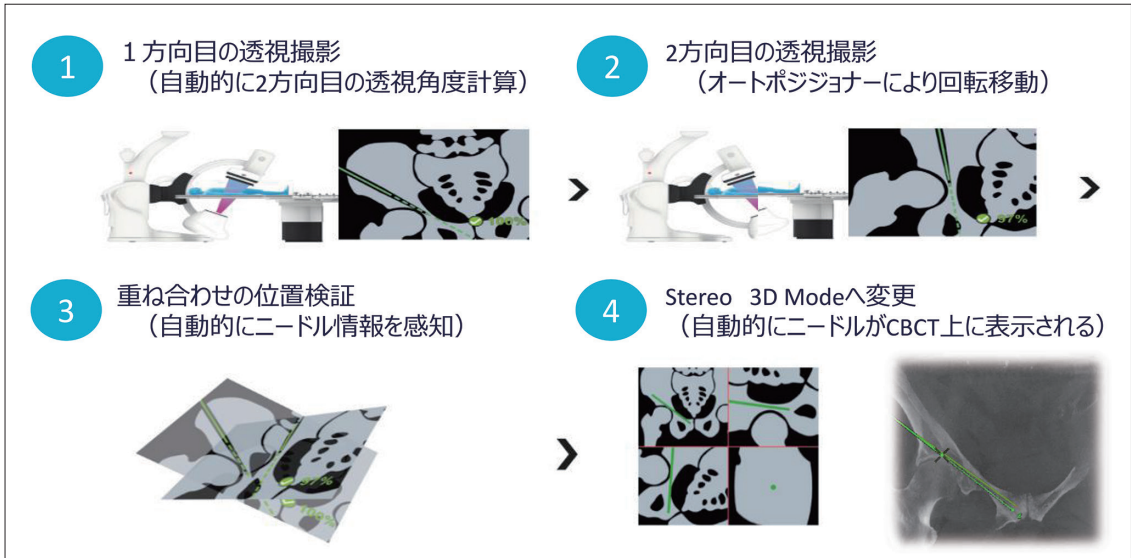


図2 Stereo 3DによるGuide

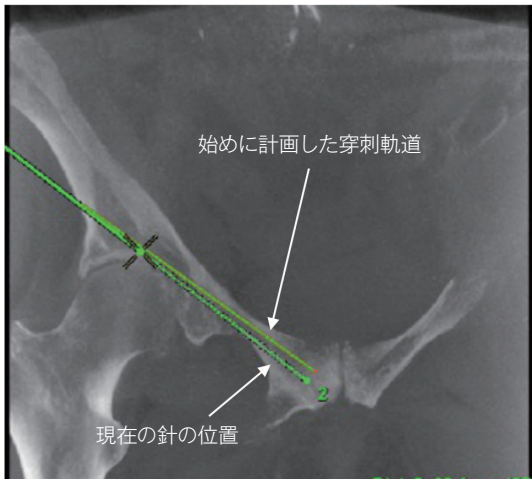


図3 Stereo 3D
現在の針の位置を始めのCBCT画像上に表示

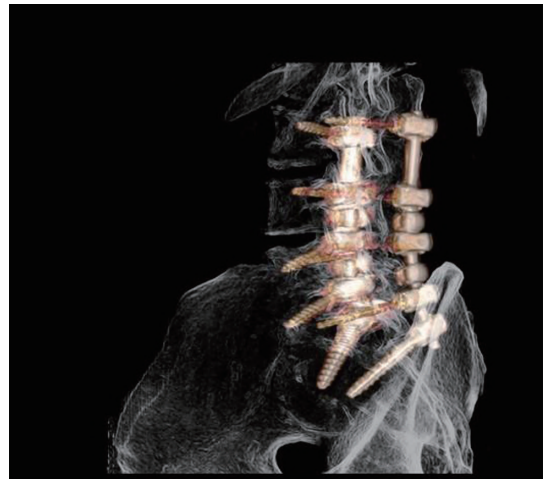


図4 スクリュー固定術後

ことができる。40cm×40cmサイズのFPDであれば、およそ26cmのCBCT画像が得られるため、複数の椎体を一度の回転で画像化できる(図4)。

ハイブリッド手術室では、通常は2日に分けて行われるような複雑な治療を、1日で行うことも可能となっている。海外の例であるが、腫瘍の骨盤への転移によって歩行困難な患者に対し、まず出血リスクを抑えるための事前の腸骨動脈塞栓、次に転移領域を外科的に切除、続いて骨盤再建術のためのスクリュー、および人工股関節全置換を

続けて施行した例が報告されている¹⁾。スクリューの軌道をPlanningするために、Needle ASSISTおよびStereo 3Dを利用することで、全体の治療時間短縮に繋がった。

画質と線量の自動最適化機能 (AutoRight)

日本の診断参考レベルとしてDRLsが公表されるようになり、線量管理への意識はさらに高まってきている。しかしながら、CTやMRIなどの画

像診断機器とは異なり、常に血管撮影装置の画質と線量のバランスを適切に保つよう意識しながらIVRの手技を行うのは容易ではなく、再現性が低いことや施設ごとのばらつきがあることなどは課題の1つである。

X線の透過度は患者ごとにももちろん異なり、さらにCアームの角度が変わる度にも常に変化する。Edisonプラットフォームで開発されたAutoRightは、この変化(患者の平均的な厚み情報の変化)を推定し、最大6つのパラメータをニューラルネットワークを用いて最適化し、適切な線量で最適化した画質を提供するための新しいImage Chainである。

Cアームを回転させるCBCT撮影においても、各Viewの画質が一定となるため、最適化されたデータから画像再構成が可能となっている。これにより従来より線量を抑えたCBCT撮影が可能となった。

まとめ

NeedleASSISTは穿刺軌道のプランニング、穿刺軌道を重ね合わせ表示された透視画像で針の位置をリアルタイムに確認できるアプリケーションである。さらに穿刺手技を進める際、Stereo3Dを使

うことで始めに計画した穿刺軌道と現在進行している穿刺軌道との比較、そして残り距離の表示も可能である。透視ガイド下の椎体形成術や、最近ではハイブリッド手術室での椎体固定術で利用されており、骨転移部位の切除術から椎体固定術の組み合わせなど、複雑な治療も1日でできるようになってきた。

IGS 5

認証番号：21500BZY00327000

販売名称：多目的X線撮影システム INNOVA

IGS 6

認証番号：219ACBZX00035000

販売名称：多目的X線撮影システム INNOVA II

IGS 7

認証番号：225ACBZX00006000

販売名称：多目的X線撮影システム Discovery

AW for angio

認証番号：20600BZY00483000

販売名称：アドバンテージ ワークステーション

参考文献

- 1) Cornelis FH et al: Percutaneous screw fixation of pelvic bone metastases using cone-beam computed tomography navigation. *Diagn Interv Imaging* S2211-5684 (22) 00002-X, 2022