学展
138



スマートフォン型遠隔モニタリングによる上顎両側犬歯遠心移動の3次元動態

– 歯根皮質骨距離左右差との関連 –

氏井 庸介 大阪歯科大学 生理学講座

1　目的

上顎両側犬歯の遠心移動を3次元的に連続計測し、

① 近遠心方向のみで評価した左右差は、3次元で評価した左右差とどの程度異なるか

② 治療前の歯根－皮質骨距離の左右差が、左右の動きの違いと関連するか

を検討した。

2　資料および方法

対象

上顎両側犬歯の遠心移動を行った9症例（全例女性、治療開始時18〜30歳、単一施設、連続症例）。

Dental Monitoringデータを用いた3次元歯牙移動解析

Dental Monitoringから近遠心・頬舌・垂直の3軸変位を取得した。治療開始から100日間、3〜7日間隔で撮影し、各区間の変位から移動速度（mm/day）を算出した。**左右の軸符号を共通参照系に標準化し**、左右犬歯の3次元速度ベクトルを比較した。両側で追跡可能な区間のみを解析し、1症例8〜33区間、**計170区間**とした。

Dental Monitoringによる3次元歯牙移動計測は、口腔内スキャナとの比較を含む先行研究で報告されている[1)]。

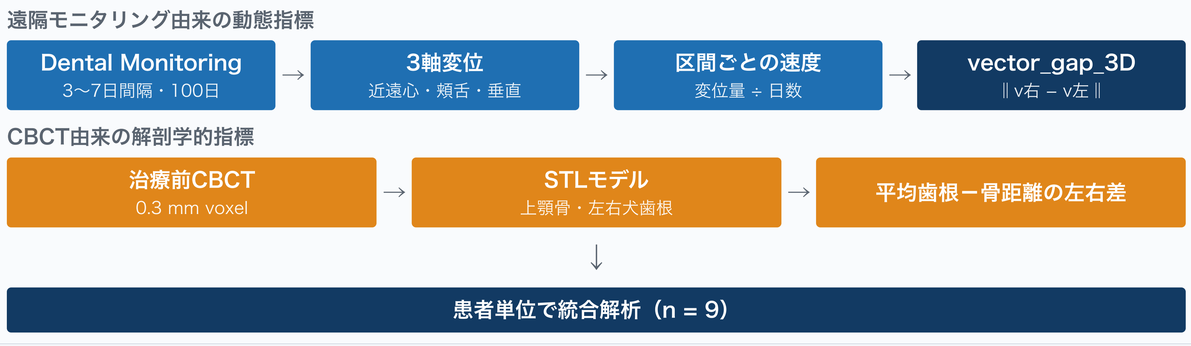


図1　解析の流れ。遠隔モニタリング由来の動態指標（上段）と治療前CBCT由来の解剖学的指標（下段）を独立に算出し、患者単位で統合して解析した。

左右非対称の指標

- **3次元の左右差**　vector_gap_3D = $\| v_{右} - v_{左} \|$
- 1次元の左右差　近遠心方向のみの左右速度差（従来法）
- 軸寄与　左右差を近遠心・頬舌・垂直の3軸に分解した各軸の割合
- バースト　vector_gap_3D が全170区間の90パーセンタイル（**0.169 mm/day**）を超えた区間

CBCT解析

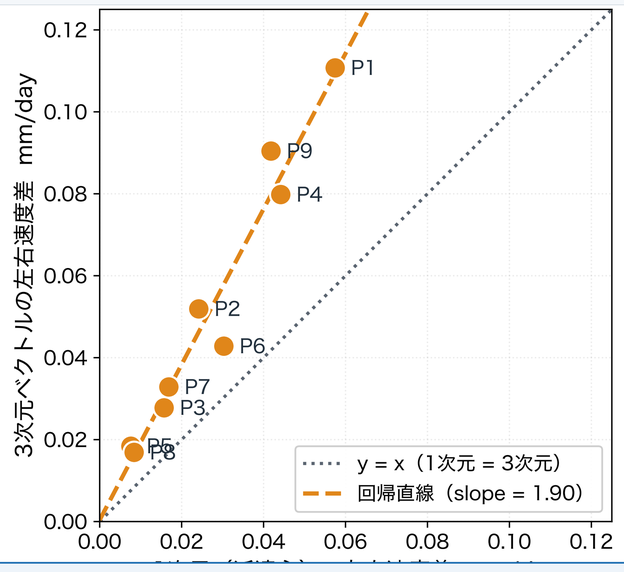
治療前CBCTから左右犬歯の歯根表面－上顎骨表面間距離を算出し、**平均距離の左右差**を解剖学的指標とした。

統計　Spearman順位相関／ブートストラップ1万回／leave-one-out

3　結果 1 ｜ 1次元評価と3次元評価の乖離を定量した

3次元の左右非対称は1次元の 約1.9倍
slope = 1.90 ／ R^2 = 0.955（切片 ≒ 0）

3次元で測れば1次元より大きな値になること自体は、定義上当然である。本研究が示したのは、**その差がどれくらいあり、どれだけ一貫しているか**である。9症例において両者はほぼ比例関係にあり（R^2 = 0.955）、3次元でみた左右差は1次元の約1.9倍であった。
平均 vector_gap_3D は 0.017〜0.111 mm/day、個人差は6.5倍であった。



4　結果 2 ｜ 左右非対称の67.5%は頬舌・垂直成分であった

非近遠心軸（頬舌＋垂直）の寄与 67.5%
近遠心 32.5% ／ 頬舌 38.2% ／ 垂直 29.3%（症例レンジ 57.8〜75.0%）

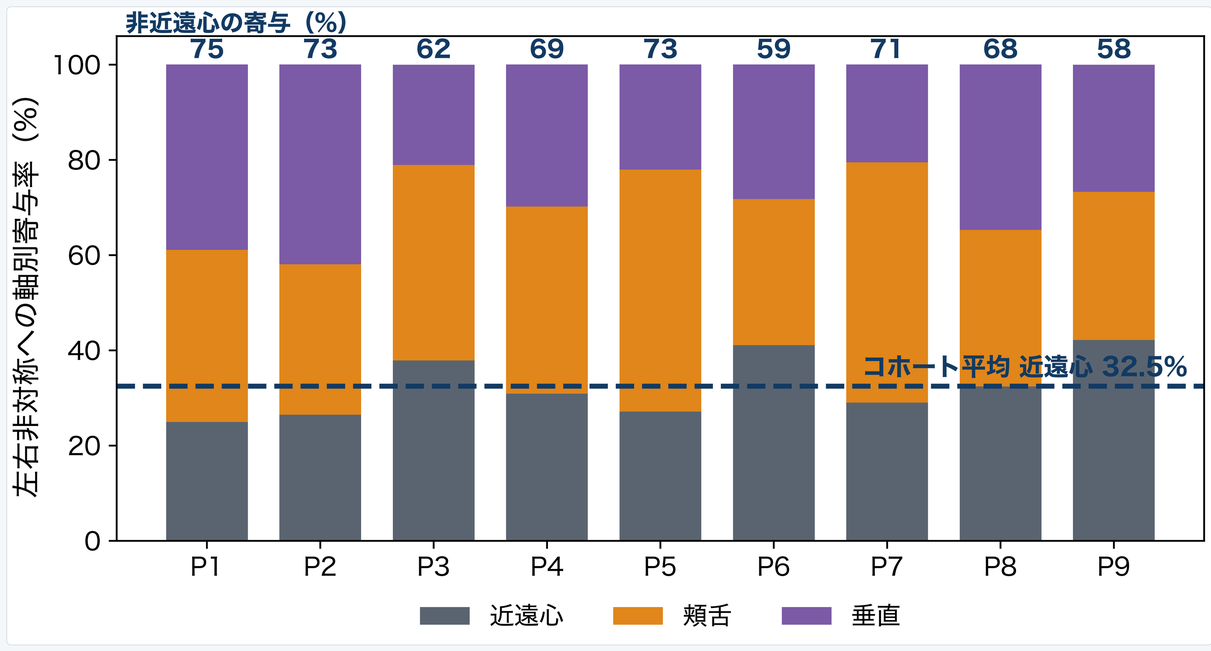


図3　患者ごとの軸寄与率（L1分解）。左右差の大部分は近遠心以外の軸に由来しており、従来の1次元評価では捉えられない。

5　結果 3 ｜ 一部症例で、左右非同期の速度急増を認めた

- バースト（vector_gap_3D がコホート90パーセンタイル 0.169 mm/day 超）を認めたのは **9例中4例**（P1・P2・P4・P9）
- 代表症例P1（33区間／100日）では100日間に **6回** のバーストを検出
- **うち3回は、近遠心のみの左右差では平凡な値であった**
  例：28〜31日　vector_gap_3D = 0.241 mm/day に対し、近遠心の左右差は 0.013 mm/day
  （全170区間における近遠心左右差の中央値 0.013 mm/day と同程度）
- コホート全体でも、3次元バースト17区間のうち **8区間（47%）** は近遠心の左右差では上位10%に入らなかった

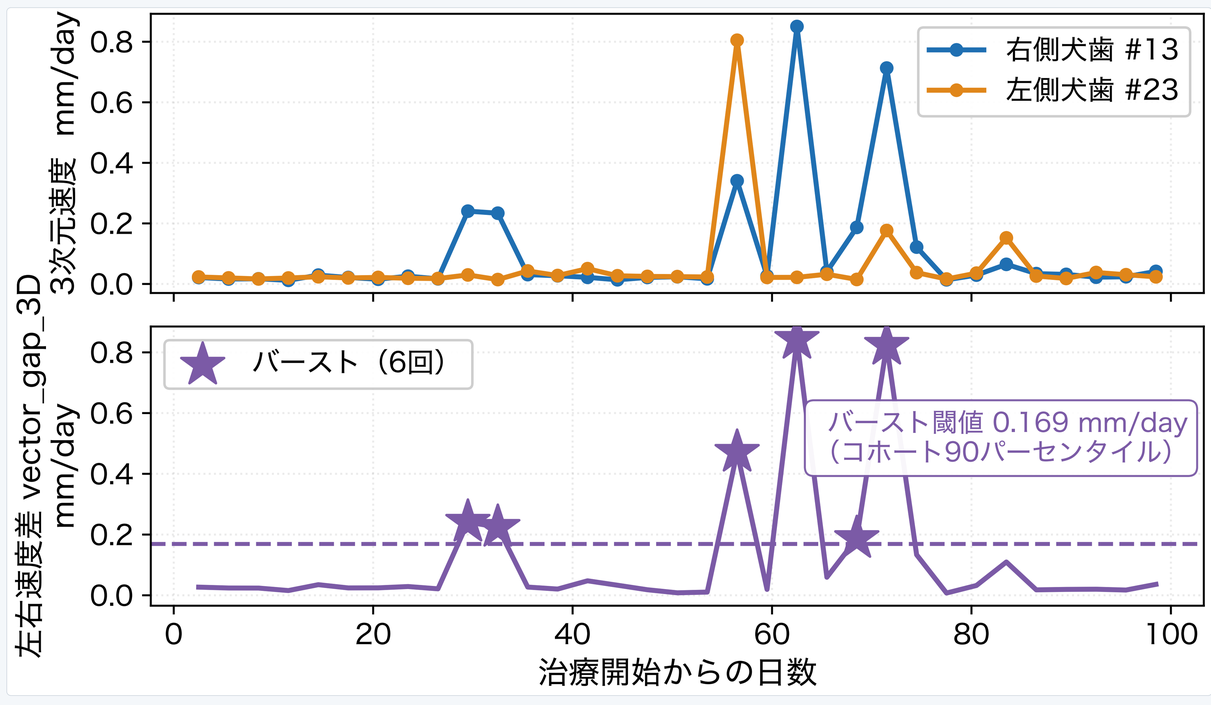


図4　代表症例P1の両側速度動態。上段は左右犬歯の3次元速度、下段は vector_gap_3D。紫の星がバースト（コホート90パーセンタイル＝0.169 mm/day 超）。左右の加速は時間的に同期していない。

6　探索的解析 ｜ 歯根皮質骨距離の左右差との関連

バースト閾値	ρ	p
85 パーセンタイル	+0.57	0.110
90 パーセンタイル（最終定義）	**+0.62**	**0.074**
95 パーセンタイル	+0.82	0.007

Exploratory sensitivity analysis ／ n = 9

全ての閾値で正の方向を示したが、関連の強さは**閾値に依存した。**最終定義である90パーセンタイルでは ρ=+0.62、p=0.074、感度解析の95パーセンタイルでは ρ=+0.82、p=0.007 であった。

n = 9 かつバースト陽性4例という構造のため、本解析は仮説生成を目的とした探索的解析である。
※抄録登録後に解析手順を再検証し、生データから再計算した再現可能な値に更新した。

7　結論

1. スマートフォン型遠隔モニタリングの3次元連続データは、従来の1次元評価が捉えきれない左右非対称を検出できた（1次元は3次元の約半分）
2. **左右非対称の約3分の2（67.5%）は、頬舌・垂直方向に由来していた**
3. 歯根皮質骨距離の左右差とバースト発生率の関連は、全ての閾値で正の方向を示したが閾値依存性を認めた。現段階では探索的所見である

8　臨床的意義と今後

臨床的意義　正中偏位やアンカレッジロスとして顕在化する前に、左右非対称の兆候を数値で捉えられる可能性がある。

限界　n = 9・単一施設・全例女性／遠隔モニタリングの絶対精度に依存（順位ベース統計で影響を軽減）／バースト閾値はコホート由来で外部基準ではない／後ろ向き観察研究。

今後　症例数拡大による再検証を進行中（目標約20例）。あわせてバースト閾値の妥当性検証と、口腔内スキャナ実測との照合を行う。

1) Abu Arqub S, et al. Orthod Craniofac Res. 2023;26(Suppl 1):82–91.

倫理　大阪歯科大学 医の倫理委員会 承認（大歯医倫 第111393号）

COI　本発表に関連して開示すべき利益相反はない