

顔面加齢の評価のための画像解析手法の開発： 主観的感覚的評価から客観的定量的評価へ

国際医療福祉大学三田病院放射線診断センター

奥田 逸子

Facial aging is caused not only by age-related changes in the skin, but also by changes in muscles, subcutaneous soft tissues, and adipose tissues. Gravitational effects also affect to the aging appearance. CT and MRI allow the depiction of the state of those facial structures. We focused on the gravity and evaluated the gravitational effect to the facial appearance. Our diagnostic imaging analysis based on the degree of sagging can be used as an objective evaluation of the state of the face and is useful to the elucidation of the mechanism for facial aging process. Furthermore, it will contribute to the development of the facial anti-aging prostheses and the technical application to the police scientific criminal investigation.

1. 緒言

抗加齢(アンチエイジング)や美容への関心は、高齢化社会になるにつれてますます高まっている。そのための美容施術の発展・発達は多くの精神的満足をもたらすと同時にその効果に対する期待値も高まっている。現在のところ顔面加齢の評価は、容貌の衰え、皮膚のたるみ、あるいは、口角の下垂など、主に視覚的かつ主観的な評価などでしばしば行われている。顔面加齢に対する客観的な評価法は確立しておらず、抗加齢・美容医学のエビデンスは十分とはいえない状況である。

今日の高度に発展した多列CT装置である Multidetector-row CT (MDCT) ならびに高磁場の 3.0-T Magnetic resonance imaging (MRI) 装置の普及と画像解析技術の進歩によって、高精度で詳細な三次元画像を容易に作成することが可能となり、疾患の診断だけでなく、体表や体内の状態を立体的に確認することが可能となった¹⁻³⁾。我々は、これらの高度に進んだ画像診断法を抗加齢・美容医学と結びつけ、顔面加齢の客観的評価法の確立を試みた。CT・MRIの画像データは多くの解剖学的情報を含んでおり、3次元画像を構築することで、若さや老いの容貌を立体的、かつ、リアルに捉えることが可能である(図1)。さらに、断面表示することで、容貌と内部の解剖学的関係を描出することができる。そこで、重力荷重が中顔面に及ぼす影響に着目し、たるみによる容貌変化の要因を画像解剖学的に評価した。

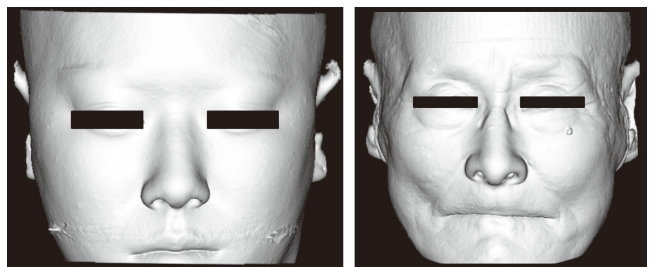


図1 三次元CT画像：若年者と高齢者の容貌
左：20歳代、右：70歳代

CT画像データは多くの解剖学的情報を含んでおり、3次元画像を構築することで、若さや老いの容貌を立体的、かつ、リアルに描出することができる。右では目袋、ゴルゴライン、頬の下垂、鼻唇溝(ほうれい線)やマリオネットラインの深化などの加齢性変化が明瞭に描出されている。

2. 対象および方法

本研究は国際医療福祉大学三田病院の臨床試験審査委員会(Institutional Review Board : IRB)にて承認を受け施行した。顔面加齢の大きな要因の一つである重力による頬の下垂に着目し、本研究をデザインした。

2.1. 対象

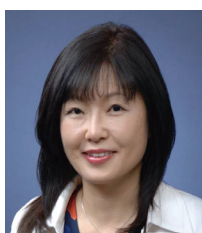
対象は20歳以上の成人である。以下の被検者は除外した。

- i. 顔面の表在性構造に影響を及ぼす外傷性変化がある被検者
- ii. 妊娠および妊娠の可能性のある被検者
- iii. 閉所恐怖症を有する被検者

選定基準に基づき、14症例の被検者を登録した。その内訳は男性6名、女性8名で、平均年齢は 41.9 ± 7.1 歳であった。

2.2. 使用機器および撮像法

多列CT装置(Aquilion ONEまたはAquillion64, キヤノンメディカルシステムズ株式会社製, 日本)を使用し、顔面を中心に撮像した。撮像条件は管電圧120kVp、管電流



Development of the imaging analysis method for the facial aging: Establish of the objective evaluation method

Itsuko Okuda, MD, PhD

Department of Diagnostic Radiology, International University of Health and Welfare, Mita Hospital

150-200mA、撮像スライス厚 0.5mm、関心領域 (Field of view: FOV)は 18-20cmである。最初に仰臥位(体位A)にて顔面を撮像した。次に顔面に重力を荷重し、たるみを顕在化するように体位を変換(体位B)し撮像した。得られた画像データはDigital Imaging and COmmunication in Medicine (DICOM)規格にて画像保存した。

2.3. 画像解析法

DICOM画像を画像解析ソフトウェア(ZioCube, ザイオソフト株式会社, 東京)がインストールされた専用パソコンに転送し、画像の解析を行った。3次元画像を作成するとともに、以下の項目について解析した。合わせて、それらの結果と年齢との関係を分析した。

a. 重力荷重による容貌変化

重力荷重前の体位Aで撮像した3次元画像の容貌と重力荷重を行った体位Bで撮像した3次元画像の容貌を比較し、見た目のエイジングレベルの変化を観察した。

- ・ 顕著に増加 (markedly increased : MI)
- ・ 軽度増加 (slightly increased : SI)
- ・ 変化なし (not changed : NC)
- ・ 減少 (decreased : D)

b. 頬骨部脂肪体の頂部 (Malar top) の移動方向と移動距離 (図 2)

体位Aにおいて、頬が最も高い部位を Malar top とし基準Aを設定した。次に、体位Bにおける Malar top を基準Bとし設定した。このとき、基準AおよびBを正確に決定

するために、正面像および側面像の3次元画像を作成し、頬の最も高い点を検出した。重力荷重による基準点の移動方向を観察し、基準点A-基準点Bの移動距離を計測した。距離の計測は水平方向と垂直方向の計測も行った。さらに、基準点の移動距離と年齢との相関を評価した。

c. 頬骨部脂肪体の厚み (Malar mount) の変化 (図3)

基準Bのレベルの横断像を参照し、基準Bと同じレベルの体位Aの横断像を選択し、基準A'とした。上顎骨前縁と皮膚表面の距離を Malar mount と定義し、基準A'と基準Bの横断像にて Malar mount の厚みを計測した。厚みの変化と年齢との相関を評価した。

3. 結果

3-a. 重力荷重による容貌変化

体位Aと体位Bの3次元画像で認める容貌を比較した結果、MI 11例、SI 3例、NC 0例、D 0例であった。変化の程度に個人差があったが、14例の全例で容貌変化を認めた。重力荷重によって、見た目のエイジングレベルが上昇していた。MIの平均年齢は46.0歳、SIの平均年齢は26.0歳であった。すなわち、若年者は重力荷重を行っても容貌変化は少ないが、年配者では重力の影響による容貌変化が顕著であった。

3-b. Malar Topの移動方向と移動距離 (図 4)

重力荷重による Malar top の変化として、基準点Aに対し基準点Bは14例全例で内尾側に移動することが確認さ

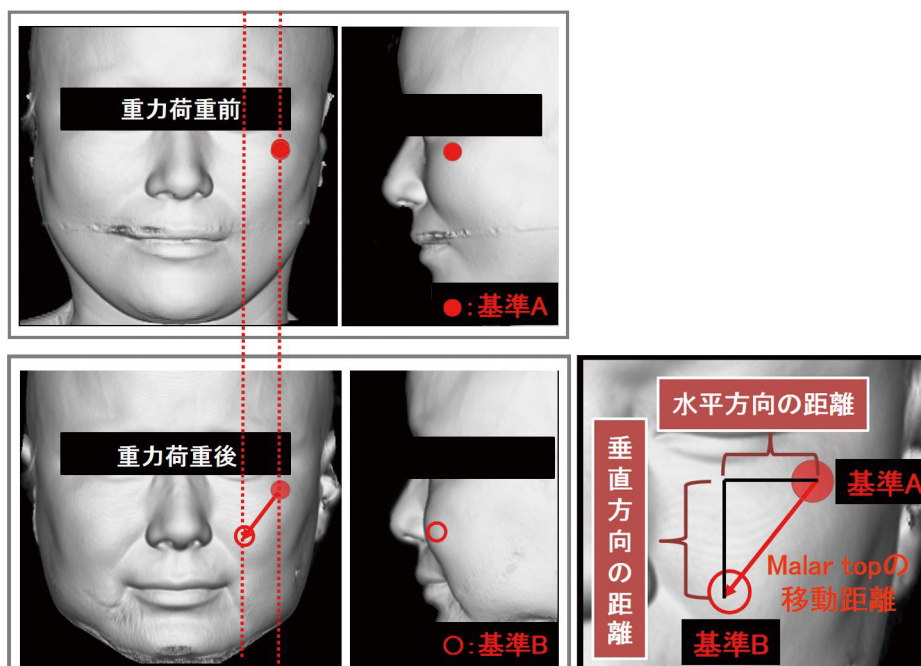


図2 Malar topの移動方向と移動距離の計測法

顔面の正面像と側面像の3次元画像を作成し、頬の最も高い位置を検出し、基準点である Malar top を決定した。重力荷重前の基準点Aと重力荷重後の基準点Bの距離を計測するとともに、水平方向と垂直方向を計測した。

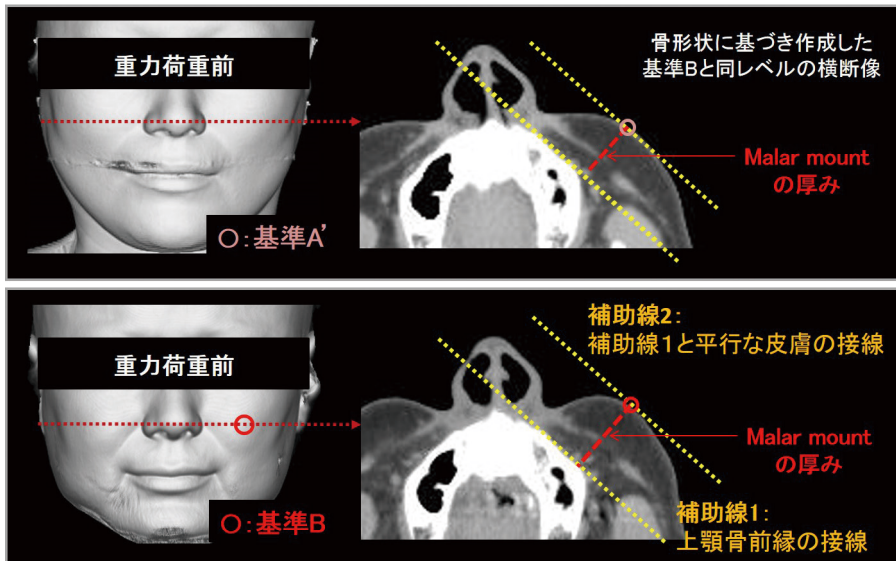


図3 Malar mountの変化の計測法

重力荷重によって軟部の形状が変化しているが、顔面骨の形状が同じであることから同一レベルであることが分かる。基準Bと同一レベルの体位Aの横断像の頬頂部を基準A'とした。上顎骨前縁に接する補助線1を引き、それと平行な皮膚の接線を補助線2とした。補助線1と補助線2の間に垂線を引き、補助線1-補助線2の距離をMalar mountと定義した。基準A'と基準Bの横断像にてMalar mountの厚みを計測した。

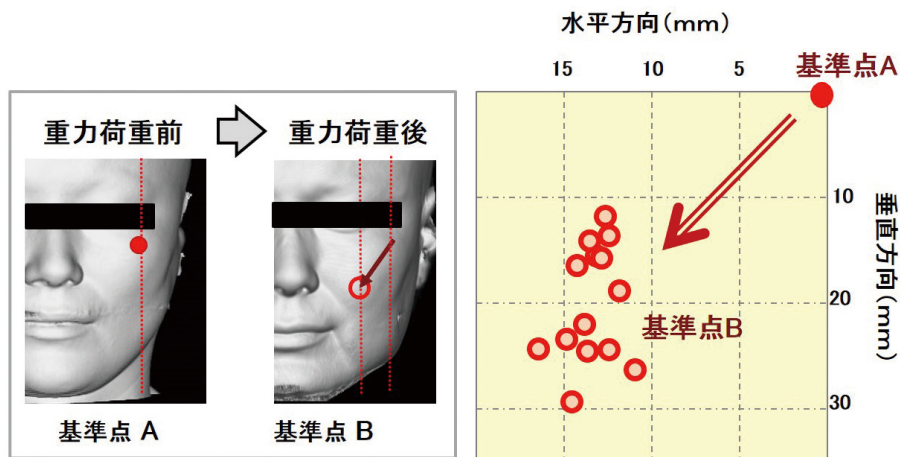


図4 Malar Topの移動方向と移動距離

灰色枠内の左右は同一人物である。重力荷重によってたるみは増強し、見た目のエイジングレベルが増加している。14例全例で基準点Aに対し基準点Bは内側下方に位置している。移動距離の平均は 24.3 ± 4.79 mmである。

れた。Malar Topの移動距離の平均は 24.3 ± 4.79 mmであった。内側に平均 13.3 ± 1.37 mm、尾側には平均 20.1 ± 5.55 mmと移動した。Malar topの移動距離と年齢の相関は $r=0.69$ ($P<0.01$)であった。

3-c. Malar mountの厚みの変化(図5)

体位Aおよび体位Bの横断像において、同一レベルのMalar mountの厚みは、基準A'では平均 15.4 ± 2.27 mm、基準Bでは平均 19.9 ± 3.22 mmであった。重力を荷重することでMalar mountの厚みは有意に増加した ($P<0.01$)。

厚みの変化と年齢の相関は $r=0.72$ ($P<0.01$)であった。

4. 考察

近年のコンピュータの進歩の恩恵を受け、画像診断装置および画像解析装置は著しい発展を遂げた。CTは物質のX線吸収差を利用し、構造物を画像化する画像診断装置である^{4,5)}。1989年にヘリカルCTが登壇して以来、CTはさらに進化発展してきた⁶⁾。今日の診療現場ではMultidetector-row CT (MDCT) が一般的に使用されている。MDCTは複数のX線検出器が配列されており、X線管球が体周囲を

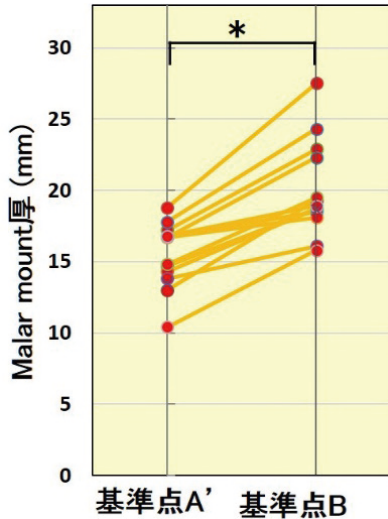


図5 Malar mountの厚みの変化

重力荷重前の基準点A'のMalar mountの厚みの平均 15.4 ± 2.27 mmである。重力荷重後のMalar mountの厚みは14例全例で増加した。基準点Bは平均 19.9 ± 3.22 mmとMalar mountの厚みは統計学的に有意に増加した ($P < 0.01$)。

1回転する間に複数の画像を一度で撮像できる。X線管球は連続的に高速回転しており、短時間で広範囲を撮像することが可能である。そのため、MDCTは容積情報を有する薄く鮮明な画像を短時間で多量に収集でき、任意断面の画像や3次元画像の作成が可能になった。同時に、コンピュータの進歩によって画像解析装置の機能も向上し、3次元CT画像の作成が容易になった。画像解析装置を用いると、様々な表示条件の三次元画像を作成できる。Volume renderingとは容積画像データから三次元画像を作成する方法である(図1)。さらに、CT画像はコンピュータによる計算画像であることから、三次元画像を部分的に切り取ると、目的とする内部構造物が描出される。顔面の場合、1回の検査で約300枚の画像データが収集でき、高精細で詳細な画像情報が大量に含まれている。加齢に関わる解剖学的情報を引き出すことで、加齢容顔およびその内部構造を評価可能である。しかし、現在の問題点は加齢の評価法が標準化されておらず、客観的評価法が確立していないことである。

加齢による容顔変化は皮膚の老化に加え、皮下の加齢性変化も関与する⁷⁾。皮下の解剖学的構造物には表情筋や筋膜、脂肪織、骨などがある⁸⁾。これらの構造物の加齢性変化が複合的に積載されることによって、年齢とともに容顔変化が生じてくる。さらに、重力が加齢容顔に対して促進方向に働き、たるみが増強されるとされる⁷⁾。今回、我々は顔面に重力を荷重することで、疑似的に加齢性変化を促進させ、中顔面の容顔変化について客観的評価を試みた。

本研究では、最初に重力が加齢容顔を促進させるか否かを検証した。重力荷重した容顔と非荷重の容顔を比較すると、14例全例で重力荷重を受けた容顔の見た目のエイジングレベルは上昇していた。とくに、高齢者ほど加齢容顔が顕著に現れた。次に、この結果に基づき中顔面の形態変化を分析した。エイジングレベルを上昇させた形態的变化として頬頂部の移動と厚みの変化が確認された。具体的には、頬頂部は平均 20.1 ± 5.55 mmと下垂するだけでなく、内側に平均 13.3 ± 1.37 mmと偏移していた。さらに、下垂した頬の厚みは平均 15.4 ± 2.27 mmから平均 19.9 ± 3.22 mmに増加しており、下垂した頬の厚みが明らかに増加することが確認された。これらの変化は年齢との関連性が高いとの結果を得た。

3次元CT画像とともに横断面で顔面の皮下構造を観察すると、これらの中顔面の解剖学的要因として皮下脂肪織の形態変化が主として認められた。表面の皮膚形状や脂肪織内を走行する表情筋の位置も変動していたが、これらの変化は脂肪織の位置移動に伴う変化と考えられた。興味深いことに、頬の内側に位置する鼻唇溝(ほうれい線)はそれ自体に厚みの変化はなく、頬の下垂と厚みの増強が鼻唇溝の深化を強調していた。

本研究において、重力荷重による疑似的な加齢性変化を顔面に誘発し、その変化をCTで評価した。症例数が少ないにも関わらず、加齢とともに頬頂部は内尾側に下垂し、下垂した頬厚が増加することが確認でき、それらが加齢容顔をまねくことを実証したといえる。さらに、加齢容顔の解剖学的要因の一部を明らかにすることができた。今後、症例数の増加による知見の蓄積を図りたいと考える。

5. まとめ

今日の進歩した画像診断学的技術や評価法は加齢に関与する解剖学的構造物を可視化し、高い客観性を有する。顔面加齢のメカニズムを解析するための有用な手段であり、抗加齢・美容医学に対し科学的エビデンスの構築に貢献する。さらに、本手法を普及させることで抗加齢化粧品や美容施術法の開発、加齢顔画像作成等の警察の鑑識捜査への技術応用など、社会的にも貢献すると考えられる。本研究によって得られた成果は関連領域の多くの研究者に積極的に広く発信していきたいと考える。

謝辞

本研究を行うにあたり、ご支援を賜りました公益財団法人コスメトロジー研究振興財団に深く御礼申し上げます。本研究の継続がコスメトロジーの進歩と発展の一助になると幸いです。

(引用文献)

- 1) 奥田 逸子, 煎本 正博, 中島 康雄: 顔面のたるみの画像解析技術の最前線. *Cosmetic stage*. 8, 6-10, 2014.
- 2) Okuda I, Irimoto M, Nakajima Y, et. al. Using multidetector row computed tomography to evaluate baggy eyelid. *Aesthetic Plast Surg*. 36, 290-4, 2012.
- 3) Okuda I, Udagawa H, Takahashi J, Yamase H, et al. Magnetic resonance -thoracic ductography: imaging aid for thoracic surgery and thoracic duct depiction based on embryological considerations. *Gen Thorac Cardiovasc Surg*. 57, 640-6, 2009.
- 4) Ambrose J, Hounsfield G. Computerized transverse axial tomography. *Br J Radiol*. 46 (542): 148-149, 1973.
- 5) Hounsfield GN. Computerized transverse axial scanning (tomography). 1. Description of system. *Br J Radiol*. 46 (552) : 1016-1022, 1973.
- 6) Kalender WA, Seissler W, Klotz E, Vock P. Spiral volumetric CT with single-breath-hold technique, continuous transport, and continuous scanner rotation. *Radiology*. 176: 181-183, 1990.
- 7) Larrabee WF, Makielski KH, Henderson JL. *Surgical Anatomy of the Face* (second edition). Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2004.
- 8) Standring S, Berkovitz BK. Face and scalp. In: Standing S, editor. *Gray's anatomy*, 39th ed. Philadelphia: Elsevier Churchill Livingstone; 2005.