

脳神経外科領域における嚥下機能障害について

三原 千恵, 島 健, 石野 真輔, 辻上 智史

中国労災病院脳神経外科

豊田 章宏, 平松和嗣久

中国労災病院リハビリテーション科

辻上 周治, 宗前 匠

産業医科大学脳神経外科

(平成14年8月16日受付)

要旨：【目的】嚥下障害患者に対する客観的な検査として、我々はDigital subtraction angiography (DSA) 装置を用いた嚥下機能検査を行い、定性的および定量的に評価している。今回我々は、検査後に患者の嚥下機能に応じたりハビリテーションを行い、良好な結果を得たので報告した。【対象と方法】対象は健常者21名と、脳神経外科疾患による嚥下障害患者66名である。疾患は脳梗塞が41名、頸髄損傷が9名、脳出血が4名、脳動脈瘤が6名、頭部外傷が3名、脳腫瘍が3名であった。造影剤として血管造影用の非イオン系ヨード剤を用い、口腔内から食道に流入するまでの「飲み込み時間」と、造影剤が梨状陥凹に貯留してから通過するまでの「溜まり時間」を測定した。【結果】嚥下障害患者では、「飲み込み時間」が健常者の約2倍に延長し、「溜まり時間」は約半分に短縮していた。各症例に対して、誤嚥と咳嗽反射の有無を検討して、適切なリハビリテーションを行い、誤嚥性肺炎を起こす危険の高い症例に対しては内視鏡を用いた胃瘻造設(PEG)を行った。その結果、経管栄養のみであった症例のうち4例が経口摂取との併用ができるようになり、併用例のうち3例が経口摂取のみで栄養管理が可能となった。【考察】嚥下障害患者では口腔内の内容物を咽頭に送り込むのに時間がかかり、嚥下反射が起きる前に液体が咽頭から喉頭に流入するため気管に誤嚥すると考えられた。個々の患者において嚥下障害の程度や種類を詳細に調べ、よりの確なりハビリテーションを行うことが大変重要である。

(日職災医誌, 51: 126—131, 2003)

—キーワード—

嚥下機能障害, 嚥下機能検査, DSA 装置

I. はじめに

脳神経外科領域においては、脳や神経の機能障害のために、意識障害、下位脳神経障害、咽頭・喉頭の運動障害などを引き起こし、嚥下障害をきたすことがある。嚥下障害に対する検査としては、従来シネX線検査やビデオX線検査が行われているが、誤嚥や嚥下運動に関する定性的な評価には優れているものの、定量的な評価は困難であった。今回著者らは、血管撮影などに使用するdigital subtraction angiography (DSA) の装置を用いて、客観的かつ定量的な嚥下機能検査を行った。また、

各患者の嚥下機能に応じたりハビリテーションや胃瘻造設などを行い、適切な栄養管理を行った。

II. 対象と方法

1) 対象

コントロールとなる健常者21名と、脳神経疾患による嚥下障害を呈した患者66名である。疾患の内容は表1のごとく、脳梗塞が41名、頸髄損傷が9名、脳動脈瘤が6名、脳出血が4名、頸部外傷が3名、脳腫瘍が3名であった。年齢は20～94歳で平均66.2歳、男女比は51:15であった。なお、コントロールの健常者および患者へは、DSAによる嚥下機能検査は従来のシネX線検査やビデオX線検査に比べると少ないとはいえ放射線被曝の危険性があること、検査用の造影剤は気道への刺激が少な

いが誤嚥の危険性もあることなどを説明し、全例にインフォームドコンセントが得られている。

2) 検査方法

DSA装置はGE社のAdvantx AFMを用い、検査材料として各種食材と血管撮影用非イオン系ヨード造影剤であるイオパミドールを混合して使用した(表2)。液体、流動体、固体として、水、プリン状食品、バナナを用い、それぞれイオパミドールと混合して、嚥下の様子や誤嚥の有無を透視画像で観察した。プリン状食品は、組成や粘稠度を一定にするため、市販されている医療用食品を用いた。図1に実際に検査を行っている状況を示す。当施設では主治医、言語療法士、放射線技師の三者が協力して、安全かつ確実に検査を行っている。

表1 対象

・健常者	21名
・嚥下障害患者	66名：
脳梗塞	41名
頸髄損傷	9名
脳動脈瘤	6名
脳出血	4名
頭部外傷	3名
脳腫瘍	3名

表2 検査方法

・機種：DSA装置（GE社，Advantx AFM）
・検査材料：非イオン系ヨード造影剤（血管撮影用イオパミドール）を混合（1：1で総量5～10mlに）
1) 液体（水）
2) 流動体（プリン状栄養食）
3) 固形物（バナナ）

まず、造影剤を混入した検査材料を口腔に含ませ、合図とともに嚥下を開始させて、喉頭蓋の動き、誤嚥の有無、咳嗽反射の様子などについて観察する。ついで透視画像の側面像で、嚥下を開始してから内容物が咽頭に達するまでの時間を測定し、内容物の流入にかかる時間を測定した。この時の、口腔から咽頭に達するまでの時間を「飲みこみ時間」とした(図2)。

また、正面像で左右の梨状陥凹にそれぞれregion of interest (ROI)を設定し、内容物が流れ落ちる状態をtime density curveで表わし、ピークから下に落ちるまでの時間、すなわち梨状陥凹に流入してから流出するまでの時間を測定し、「溜まり時間」とした(図3)。解析には、一症例について左右それぞれのROIで時間を測定し、両者の平均値を使用した。

結果については、本人あるいは家族、担当の病棟看護師に直接DSA画像モニターをみてもらい、嚥下機能について説明している。

3) 判定

検査結果から栄養投与方法を測定する(表3)。誤嚥があっても咳嗽反射が十分であれば、誤嚥したものを咳嗽によって吐き出させる経口摂取訓練を行う。液体だけで誤嚥がみられ咳嗽反射が不十分な症例や、誤嚥はないが梨状陥凹に食物が残り咳嗽反射が不十分な症例では、誤嚥性肺炎を起こす危険性が高いため、流動体や固体のみを経口摂取させて液体は経管投与とする。また、明らかな誤嚥があり咳嗽反射が不十分であれば水分の栄養分もすべて経管投与とする。通常、経鼻経胃的に経管栄養を行っているが、4週間以上経管栄養が必要な場合には、日本静脈経腸栄養学会のガイドラインに沿って経皮内視鏡的胃瘻造設術(percutaneous endoscopic gastrostomy, PEG)を行っている。

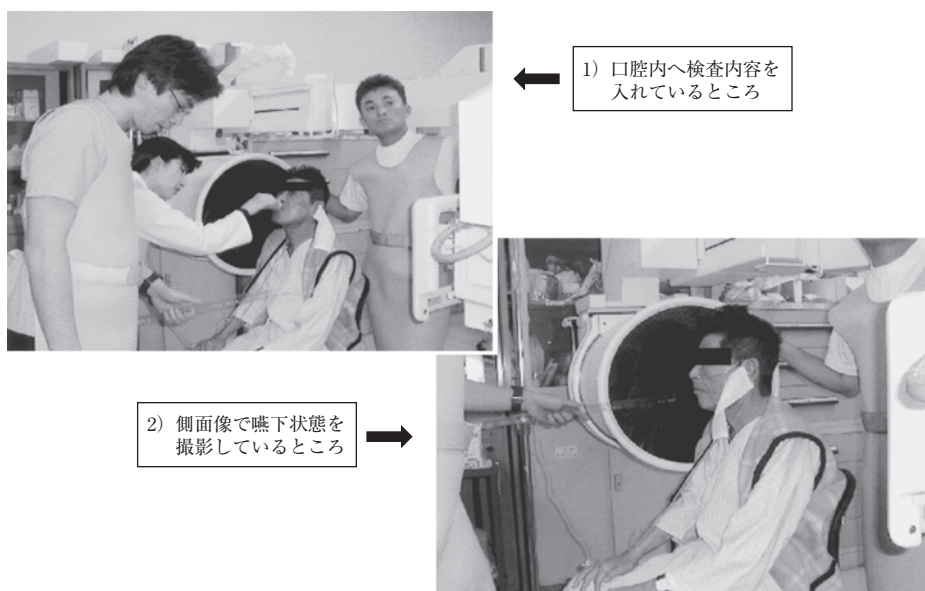


図1 実際の検査状況

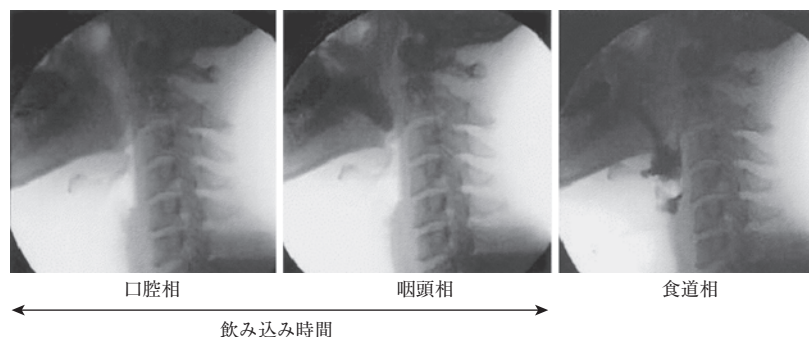


図2 飲み込み時間

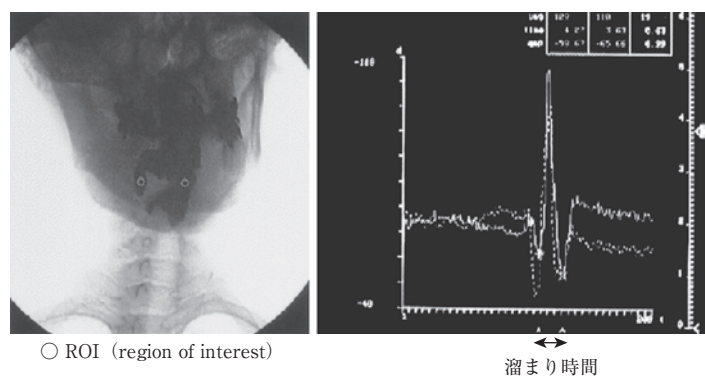


図3 溜まり時間

表3 栄養投与方法の決定

	口腔期 (送り込み)	誤嚥	咳嗽反射
経口摂取	遅延 正常又は遅延	なし あり	正常 正常
経口 + 経管併用	正常又は遅延 正常又は遅延	なし あり (液体のみ)	不十分 不十分
経管 (PEG)	正常又は遅延	あり	不十分

原疾患の病状を考慮しながら栄養管理を行い、可能な症例にはできるだけ経口摂取ができるよう、嚥下機能検査で判定しながら嚥下機能訓練を行い、3カ月の時点で栄養投与の転帰を調べた。

III. 結 果

誤嚥の様子はビデオテープで記録され、患者および家族に見せて誤嚥について説明した。代表的な症例の透視画像を図4に示す。誤嚥が認められた症例では、喉頭蓋の動きが悪い様子や、喉頭の不十分な挙上、食道入口部の不十分な閉鎖などが観察され、咽頭から喉頭、気管への内容の流入がみられた。

ついで表4に、コントロール群と患者群の「飲み込み時間」と「溜まり時間」を示す。患者群の「飲み込み時間」は、平均 1.53 ± 1.63 秒で、コントロール群の平均 0.72 ± 0.23 秒に比べて有意に延長していた (Mann-Whitney, $p < 0.01$)。また、「溜まり時間」は患者群の

方が短く、平均 0.38 ± 0.29 秒で、コントロール群の 0.60 ± 0.30 秒に比べて有意に短縮していた ($p < 0.005$)。

嚥下障害患者66名のうち、嚥下機能検査の結果経口摂取が可能であったものは39例であった。咳嗽反射が不十分なため経口摂取と経管投与が併用したものが2例、誤嚥性肺炎の危険が高いため気管投与のみのものが25例であった。3カ月のfollow-up中に嚥下訓練が行われ、最終的には42名が経口摂取のみ、3名が併用、21名が経管栄養となった (表5)。経過観察中、全例において誤嚥性肺炎は起こさなかった。

IV. 考 察

脳神経外科領域においては、さまざまな疾患によって嚥下障害が起こり、誤嚥性肺炎を併発する。従来は、嚥下機能検査として透視装置を用いて画像をとらえ、嚥下に関する咽頭や喉頭の運動の様子や、誤嚥の有無などを調べていた¹⁾。今回はX線装置として、通常の透視装置

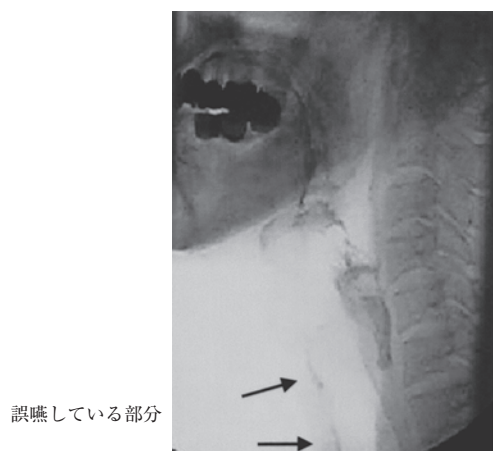


図4 誤嚥症例

表4 測定結果

1. 飲み込み時間
健常者：0.72 ± 0.23 秒
嚥下障害患者：1.53 ± 1.63 秒* (遅延)
(Mann-Whitney, $p < 0.01$)
2. 溜まり時間
健常者：0.60 ± 0.30 秒
嚥下障害患者：0.38 ± 0.29 秒** (短縮)
(Mann-Whitney, $p < 0.005$)

表5 栄養投与の施行，転帰

1. 経口摂取：
判定時 22 例→3 カ月後 23 例
(併用例から1 例)
2. 経口+経管併用：
判定時 1 例→3 カ月後 2 例
(経口例へ1 例，PEG から2 例)
3. 経管栄養 (PEG)：
判定時 17 例→3 カ月後 15 例
(併用例へ2 例)

- ・訓練が可能な症例では，嚥下機能訓練を行った。
- ・全例において，誤嚥性肺炎は認められなかった。

ではなく，デジタル解析のできる DSA 装置を用いて嚥下機能の評価を行った。

1) DSA 装置を用いた嚥下機能検査の利点と欠点

DSA 装置を用いることの利点は，透視画像において X 線が断続的に放射されるため，通常のシネ X 線検査 (cinefluoroscopy) やビデオ X 線検査 (videofluorography, VF) にくらべて被曝量が少なく安全であること，濃度・時間分解能に優れ real time に画像を観察できること，データのデジタル解析やデータ送信が容易であることなどがある²⁾。ただし欠点としては，DSA 装置が設置されていない施設があり，普遍的でない点，一回の記録に時間制限があり (約 30 秒)，嚥下に時間のかかる症例では，時間測定が難しい点などがある。

2) Time density curve 測定の意義

DSA による time density curve 測定は，約 50 年前に Greitz によって水溶性ヨード系造影剤を用いた脳循環の解析をはじめとして³⁾，経静脈的あるいは頸動脈的な造影剤投与による脳循環動態測定に利用されてきた^{4) 5)}。DSA 画像上に ROI (region of interest) をおき，通過する造影剤濃度を経時的に測定して，time density curve を描くことにより，通過する血流 (ここでは内容物) の速度を定量化するものである。

嚥下検査における検査材料は，通常食物との類似性をもたせるため，液体，流動体，固体に分けた。液体は水に代表されるさらさらのもので，ここでは水に造影剤を添加することにした。当初はバリウムを希釈する方法をとっていたが，誤嚥した際に気管や気管支に造影効果が残ることや肺炎の危険があることから，血管撮影に用いる非イオン系ヨード剤を用いた。流動体としては，当初は市販のプリンを用いたが，製品によって粘稠度が異なるので，一定となるよう医療用食品を用いた。固定としては，お粥やカステラなどを用いてみたが，唾液との混ざり具合が症例によって異なるために評価が難しく，表面が滑らかなバナナを用いた。これらの検査材料に非イオン系ヨード造影剤であるイオパミドールを混合することにより，内容物の通過を time density curve を描いて定量的に解析することができた。

3) 時間測定の意義

「飲み込み時間」は，嚥下の合図を出して嚥下が開始されるまで (口腔期) と，嚥下が開始されて咽頭に送りこまれるまで (咽頭期の始め) を反映している。つまり嚥下障害を呈する患者では，口腔期あるいは咽頭期の始めが障害されて，内容物の送り込みがスムーズに行われず，嚥下に時間がかかることを示していた。また「溜まり時間」は喉頭蓋に接している梨上陥凹に内容物が流入してから流出するまでの時間を反映しており，嚥下障害患者においてこの時間が短いということは，梨上陥凹における内容物の保持が難しく，喉頭蓋が気道を覆う前に内容物が通過して，喉頭蓋と気管の隙間から気管内に流入 (誤嚥) する危険が高いということが示唆された。

典型的な嚥下障害の症例では，内容物を送り込む際に嚥下反射が起こる前に液体成分が早く咽頭から喉頭に到達してしまうこと (溜まり時間が短い)，固体成分の送り込みが遅いために (飲み込み時間が長い) 喉頭の挙上や喉頭蓋による気道の閉鎖が遅れるという二重の嚥下障害によって，誤嚥を起こしやすいと考えられた。

4) 嚥下機能検査の判定はどう活かされるか

当施設では，医師，言語聴覚士，放射線技師，看護師，臨床栄養士が嚥下機能検査に関与しており，検査の結果を本人や家族を含めた全員で検討して，その場で今後の摂食方法について決定している。こうしたチーム医療は Nutrition Support Team (NST) と呼ばれ，栄養管理

が疾患の治療過程に多大な影響を及ぼすのみならず，医療経済的にも軽減効果と呼び起こす面から，医療経済的にも軽減効果と呼び起こす面から，最近では病院機能の一部として重要視されている⁶⁾。

具体的な栄養管理としては，表5に示したように透視画像で誤嚥が認められればその程度によって嚥下リハビリテーションやPEGの造設などの対策が考慮される。液体のみで誤嚥がみられる場合は，流動体あるいは固体を用いて嚥下訓練を行う。流動体または固体で少量の誤嚥があっても，咳嗽反射が十分であれば，嚥下訓練を行い誤嚥した内容物をしっかり吐き出させることによって誤嚥性肺炎を防ぐことができる。液体のみの誤嚥でも咳嗽反射が不十分な場合には，誤嚥性肺炎を防ぐためにPEG造設を勧めている。検査結果をリアルタイムで，本人，家族，担当の病棟看護師にDSA画像を見せて患者の嚥下機能について説明し，必要な訓練方法やPEGの必要性について説明して，嚥下リハビリテーションやPEG造設についての協力を求めている。また，嚥下リハビリテーションを行っている経過中に，訓練の効果を判定するために嚥下機能検査を行い，そのつど訓練方法や食材を工夫して，栄養投与方法を検討している。

その結果，初回の判定で経口投与と経管投与の併用となった2名が全量経口摂取可能となり，経管栄養のみであった症例の3名が併用，1名が併用を経て経口摂取可能となった。いずれの症例も誤嚥性肺炎は起こさなかった。

DSA装置を用いた嚥下機能検査は特殊な検査方法ではなく，装置がある施設であればどこでもできる有用で簡便な検査方法である。しかし，検査結果を患者の栄養摂食方法の改善に有効に結びつけるためには，結果を神経学的な面，放射線診断学的な面，リハビリテーションの面，栄養管理の面といった広い視野から判定検討し，最も適した摂食方法を選ぶ配慮が必要と思われる。そのためには患者に係るすべての部門のスタッフが協力するNSTが必要である。

V. ま と め

1) DSA装置を用いた嚥下機能検査を行い，嚥下の状態や誤嚥の有無について評価した。

2) 嚥下障害患者では，口腔内の内容物を咽頭に送り込むのに時間がかかった（「飲み込み時間」が長い）。

3) Time density curveの解析によると，嚥下障害患者では喉頭の高さにおける食物の保持が難しく（「溜まり時間」が短い），誤嚥する危険が高かった。

4) DSA装置を用いた嚥下機能検査は，放射線被曝量が少なく，デジタルデータ解析が可能であり，嚥下リハビリテーションを行ったり，PEG造設の適応を決める際に大変有用であった。

本研究については，第49回日本職業・災害医学会において発表した。

文 献

- 1) 西尾正輝：嚥下障害の評価法と訓練の実際。臨床栄養 88 : 150—161, 1996.
- 2) Crummy AB, Stieghorst MF, Turski PA, et al : Digital subtraction angiography : Current study and use of intraarterial injection. Radiology 145 : 303—307, 1982.
- 3) Greits T : A radiological study of the brain circulation by rapid serial angiography of the carotid artery. Acta Radiol., Suppl. No. 140, 1956.
- 4) 黒木副武，北浜 正，宮崎徳蔵，他：動注DSAによる頭蓋平均循環時間算出とその臨床応用について。脳卒中 9 : 6—13, 1987.
- 5) 吉岡 進，松角康彦，児玉万典，他：静注DSA，time-density curveによる脳循環動態解析の試み。Neurol Med Chir (Tokyo) 27 : 1053—1060, 1987.
- 6) 東口高志：Nutrition Support Team (NST) の役割とその効果。東京都病院薬剤師会雑誌 49 : 453—458, 2000. (原稿受付 平成14. 8. 16)

別刷請求先 〒737-0193 呉市広多賀谷1—5—1
中国労災病院脳外科
三原 千恵

Reprint request:

Chie Mihara

Department of Neurosurgery, Chugoku Rosai Hospital

THE SWALLOWING EXAMINATION USING DIGITAL SUBTRACTION ANGIOGRAPHY (DSA) SYSTEM

Chie MIHARA, Takeshi SHIMA, Shinsuke ISHINO and Satoshi TSUJIGAMI

Department of Neurosurgery, Chugoku Rosai Hospital

Akihiro TOYOTA and Kazuhisa HIRAMATSU

Department of Rehabilitation, Chugoku Rosai Hospital

Shuji TSUJIGAMI and Takumi SOZEN

Department of Neurosurgery, University of Occupational and Environmental Health

We conducted a new quantitative analysis of swallowing function by using a digital subtraction angiography (DSA) system.

Method: The swallowing examination using a DSA system was conducted in 21 volunteers (controls) and in 66 patients who had symptomatic dysphagia.

The food material was mixed with contrast medium (Iopamidol) for examination. Two kinds of time parameter were measured: 1) "Swallowing time" is the duration from the start point of swallowing to the point when food reaches the pharynx. 2) The time-density curve was calculated by measuring density of ROI (region of interest) applied at the pear-shaped cave. "Pooling time" is the duration of the peak wave.

Results: The mean of "swallowing time" of patients was statistically longer than the data of the control as twice ($p < 0.05$, Mann-Whitney). The mean of "pooling time" of the patients was statistically shorter than that of the controls as half ($p < 0.005$, Mann-Whitney). Method of nutritional intake was assessed for all patients and the patients were separated in three types. 1) Oral intake only, 2) combined oral and tube feeding (PEG), and 3) tube feeding only. Ten patients were followed up for six months: 4 patients became to combined type from tube feeding only. Three patients became to oral intake only from combined type. None of these patients showed aspiration pneumonia during the follow-up period.

Conclusion: Long "swallowing time" indicates difficulty in starting swallowing, and short "pooling time" indicates difficulty in keeping foods. After DSA examination, the process of nutritional intake was planned more easily and precisely. It is very effective to assess the swallowing function using DSA system to make an appropriate plan of nutritional support.
