

児童生徒の咀嚼機能と記憶・学習能力の相互関係について

本田 康文 田中 栄二 原田 未絵 中田 佳子
高 明善 山野 栄三 上之園 強 相澤 光恵
大松 恭宏 竹本 英代 丹根 一夫

【緒言】

近年、学校検診や予防歯科の充実とともに子供の虫歯は驚くほど減少している。また、厚生労働省の行った歯科疾患実態調査の結果では5歳から24歳までの1人あたりの平均残存歯数は年々増加する傾向を示している(厚生省健康政策局歯科衛生課編:平成11年歯科疾患実態調査報告。口腔保健協会,東京,2001)ことから、歯の寿命も年々伸びていることが伺える。しかし、その一方で噛み合わせ(咬合)の異常を呈する児童が増加している。咬合異常は児童生徒に対して様々な障害をもたらす。たとえば、生理的障害として咀嚼作用の困難、咀嚼能力の低下、発音障害、顎骨発育の歪みが、病理的な障害として歯周組織の疾患や顎関節症への易罹慢性が挙げられている。このようなことから2000年より、学校歯科健診において歯列・咬合・顎関節の健診項目が追加された。

学校歯科健診の目的は、成長発育途上にある児童生徒の口腔機能の健全な発育を育成し、全身の健康を保持増進させ、心身ともに健康な児童生徒を育てることに主眼がおかれている。したがって児童とその保護者に対し、健診時にみられる歯列・咬合が将来の健康とどのような係わり合いを持つかについて理解させ、認識させることが大切である。しかし、この健診では視診や触診による簡易な検査のみ行われ、実際に顎口腔機能を測定しているわけではない。

心身ともに健全に育っていくためには、口腔領域が正常に機能し、審美的にも満足できるものでなければならない。口は食物摂取の入口で、生命維持のための基本的行動の起始点であるが、同時に食生活は心の安らぎをもたらすストレスを解消するうえでも大切な生活の一環となっている(日本学校歯科医会)。すなわち、口は「栄養供給の豊かな食生活」という身体発達、精神発達の基盤と考えられる(日本学校歯科医会)。しか

し最近、児童生徒の咀嚼力や摂食機能の低下が問題となっている。このことは日本の食生活の変化に関係しているかもしれない。すなわち、米食からパン食への変化とともに、ファーストフードの蔓延も相まって十分に噛まなくても食べられる食品が広く普及したことや早食いの習慣化によって、噛む能力が衰え、顎の発達不全、噛み合わせがうまくできないなどの問題が表面化してきたのかもしれない¹⁾。しかし、この両者の関係については多くの推論は見られるものの、未だ全く検討されていない。

さらに最近、マウスにおける実験において、歯の存在と咀嚼とアルツハイマー型痴呆との関わりについての報告^{2),3)}があり、咀嚼の重要性に改めて注目が集まっている。このことは噛むことを主体とする口腔機能の維持が人のQuality of life (QOL)の向上につながることを示すものであり、すでに噛むという刺激が脳の実馬領域に影響を与えることが明らかとなっている⁴⁾。このようなことから、児童生徒についても噛むという刺激が記憶や学習能力になんらかの影響を与えるということが推察されるものの、実際の児童生徒において、咀嚼機能と記憶・学習能力との関係について検討した研究はまったく行われていない。

そこで今回、児童生徒の顎口腔機能と食習慣ならびに記憶・学習能力との関連性を明らかにすることを目的として、記憶力・集中力検査、顎口腔機能検査および食事アンケートを行った。

【資料および方法】

広島大学附属東雲小学校1年の単式および複式学級の児童32名(男児16名;女児16名)を対象とした。この32名を不正咬合がなく安定した咬合を有する対照群(18名)と咬合不安定あるいは咬合非接触部位を有し咀嚼機能の低下が疑われる機能低下群(14名)に分類

し、すべての児童に記憶力・集中力検査、顎口腔機能検査、食事アンケートを実施した。なお、検査およびアンケートに先立ち、児童の保護者に対して本研究の内容、結果の取り扱いなどについて十分な説明を行い、同意を得た。顎口腔機能検査および食事アンケートは臨床経験が4年以上の矯正歯科医師が行い、記憶力・集中力検査については専門家により作製された問題を、専門家の指導のもとで実施した。なお、記憶力・集中力検査、顎口腔機能検査、食事アンケートはそれぞれ以下の項目について検討を行った。

・記憶力・集中力検査

1. 集中力(1) (記号、符号問題：児童に幾何図形または数字と対になっている簡単な記号を書き写させるもので、児童には見本を手掛かりに、問題の幾何図形または数字にそれぞれ対応する記号を制限時間内にできるだけ書かせる。)
2. 遠隔記憶 (絵画完成問題：児童に絵カードを見せ、その絵の中で欠けている重要な部分を指差し言葉で制限時間内にできるだけ答えさせる。)
3. 注意記憶、長期記憶 (算数問題：児童に算数の問題を口頭で提示し、児童は紙や鉛筆を使わずに暗算で制限時間内に答える。)
4. 集中力(2) (迷路問題：制限時間内に児童に迷路問題を解かせるもので、児童には迷路を袋小路に入ったり、壁を突き抜けたりしないように出口まで鉛筆で線を引かせる。)
5. 直後記憶 (数唱：検査者が、決められた数字あるいは数字列を児童に読んで聞かせ、児童にはそれと同じ順番あるいは逆の順番でその数字を言わせる。)

評価は各検査の素点をもとに算出される評価点 (平均が10点) を用いて行うこととし、各群の平均点を算出し、t検定により二群間の比較を行った。

・顎口腔機能検査

1. 咬合接触面積 (mm²) および咬合力 (N)：児童を椅子に座らせ、デンタルプレススケール 50H タイプ R (富士フィルム、東京) を用い、咬頭嵌合位における3秒間の最大咬みしめを行わせ、咬合状態を記録した後、専用解析装置オクルーザー FPD-703 により歯列上のすべての歯における咬合力と咬合接触面積を計測した。
2. 筋活動 (左右のバランス、噛み癖)：筋活動の記録は、シールドルーム内で座位にて行った。児童には皮膚表面をアルコールによる十分な清拭を行った上で咀嚼筋 (咬筋、側頭筋) の走行に平行に電極間距離25 mm にて直径6 mm の銀塩化銀表面電極 (SEB115, 日本 GE マルケットメディカルシステムズ、東京) を貼付し、双極誘導を行った。その後、

ブルーベリーガム (1.5 g, ロッテ、東京) を用いて、自由咀嚼、右咀嚼、左咀嚼運動を各50秒行わせた。導出された筋電情報は生体アンプ (Biotop 6R12, 日本 GE マルケットメディカルシステムズ、東京) を介して、データレコーダー (RD-200T, TEAC, 東京) に記録、保存した。得られた波形は専用積分処理ソフト (EMG ANALYSIS No. 602, 日本 GE マルケットメディカルシステムズ、東京) を用いて、多チャンネル高速データ処理装置上で分析し、左右の筋活動のバランスや噛み癖について検討を行った。

3. 運動経路の解析 (右咀嚼 EI, 左咀嚼 EI)：チューイングガム左右咀嚼運動の下顎切歯点における前頭面運動経路をもとに、交差、逆転などの異常な運動軌跡を示した回数を求め、これを総咀嚼回数で除したものを error index (EI) として算出した。

・食事アンケート

1. 主食の種類 (パンまたはご飯)
2. 飲み込むまでの時間
3. 飲み込むまでに噛む回数
4. 食事中の水分の摂取
5. 食事中のテレビ

【結果】

1. 記憶力・集中力検査について

集中力について、「記号問題」の評価点の平均は、機能低下群、対照群でそれぞれ10.2, 11.7であり、「符号問題」では機能低下群、対照群でそれぞれ9.8, 11.4であったが、両者ともに有意な差は認められなかった (表1)。遠隔記憶について、「絵画完成問題」の評価点は機能低下群、対照群ともに12.0であり、有意な差は認められなかった (表2)。

表1 集中力(1)

記号問題		符号問題	
E	C	E	C
10.2	11.7	9.8	11.4

E：機能低下群
C：対照群

表2 遠隔記憶

絵画完成問題	
E	C
12.0	12.0

E：機能低下群
C：対照群

注意記憶、長期記憶について、「算数問題」の評価点は機能低下群、対照群でそれぞれ13.4, 11.9であり、機能低下群において有意に高い値を示した (表3)。

さらに、集中力について、「迷路問題」の評価点は機能低下群、対照群でそれぞれ13.1, 14.0であり、有意な差は認められなかった (表4)。

表3 注意記憶, 長期記憶

算数問題	
E	C
13.4	11.9

E: 機能低下群
C: 対照群

表4 集中力(2)

迷路問題	
E	C
13.1	14.0

E: 機能低下群
C: 対照群

最後に、直後記憶について、「数唱問題」の評価点は機能低下群、対照群でそれぞれ11.9、11.2であり、有意な差は認められなかった(表5)。

表5 直後記憶

数唱問題	
E	C
11.9	11.2

E: 機能低下群
C: 対照群

2. 顎口腔機能検査について

咬合接触面積は、機能低下群では『普通』(4 mm²以上)が71.4%、『少ない』(4 mm²未満)が28.6%であったのに対し、対照群では『普通』が94.4%、『少ない』が5.6%であった(図1)。

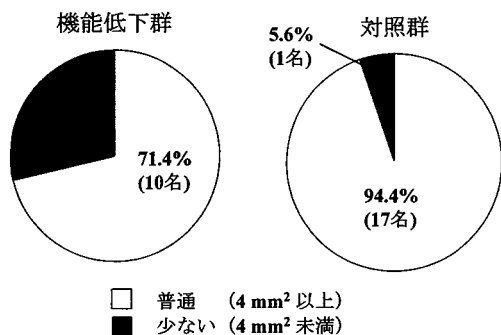


図1 咬合接触面積について

咬合力については、機能低下群では『普通』(200 N以上)が71.4%、『小さい』(200 N未満)が28.6%であったのに対し、対照群では『普通』が94.4%、『大きい』(670 N以上)が5.6%であった(図2)。

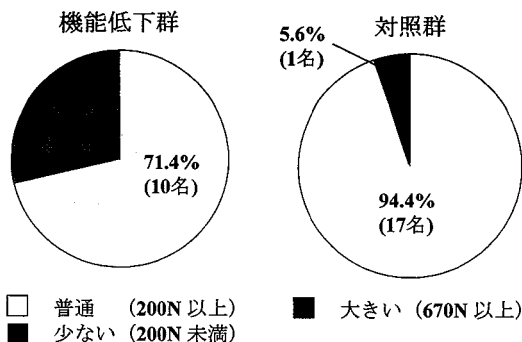


図2 咬合力について

筋活動については、左右のバランスは機能低下群、対照群ともに問題は認められず、嚙み癖については機能低下群では『なし』が71.4%、『左』が21.4%、『右』が7.2%であったのに対し、対照群では『なし』が77.8%、『右』が22.2%であった(図3)。

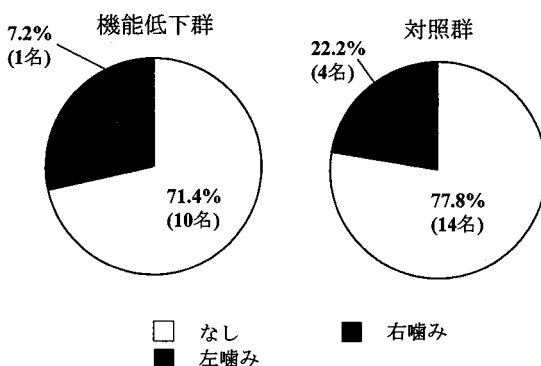


図3 嚙み癖について

3. 食事アンケートについて

朝の食事については機能低下群では『米食』(43%)に比較して、『パン食』が57%と高いのに対し、対照群では『パン食』(39%)に比較して『米食』が61%と高いことが明らかになった(図4)。

また、食べ物を口に入れてから飲み込むまでの時間については、機能低下群では『10秒』が78.6%、『30秒』が14.3%、『15-30秒』が7.1%、『60秒以上』が0%であったのに対し、対照群では『30秒』が44.4%、『10秒』が38.9%、『60秒以上』が16.7%であった(図5)。

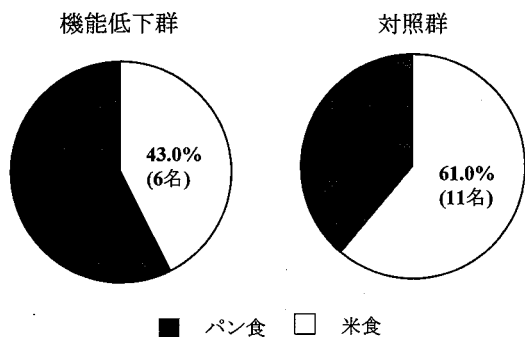


図4 朝の食事について

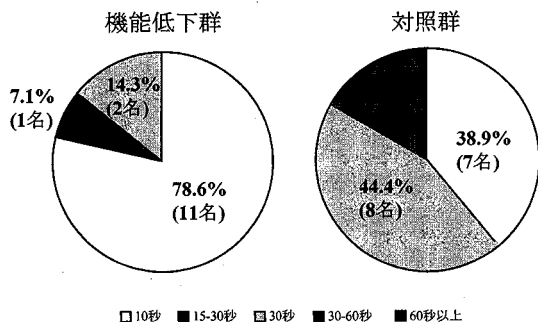


図5 口にもものを入れてから飲み込むまでに
噛んでいる時間について

次に食べ物を口に入れてから飲み込むまでに噛む回数については、機能低下群では『10回』が78.6%、『30回』が14.3%、『15-30回』が7.1%であったのに対し、対照群では『30回』が44.4%、『10回』が38.9%、『60回以上』が11.1%、『30-60回』が5.6%であった(図6)。

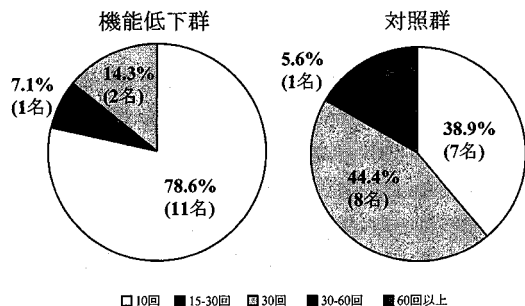


図6 口にもものを入れてから飲み込むまでに
噛んでいる回数について

また食事中的水の摂取量については、機能低下群では『多い』が78.6%、『ときどき』が14.3%、『少ない』

が7.1%であったのに対して、対照群では、『少ない』が44.5%、『多い』が33.3%、『ときどき』が22.2%であった(図7)。

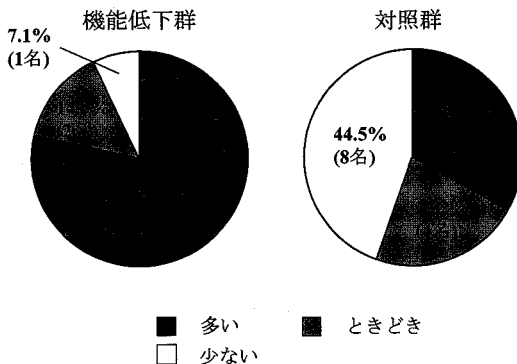


図7 食事中的水分摂取量について

最後に、食事の中にテレビをつけているかどうかについては、機能低下群では、『つけている』が71.4%、『つけていない』が28.6%であったのに対し、対照群では、『つけていない』が72.2%で、『つけている』が27.8%であった(図8)。

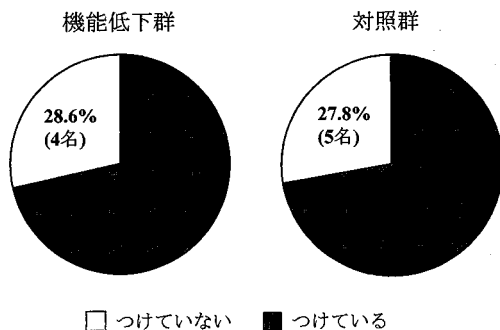


図8 食事中的テレビについて

【考察】

今回、我々は“児童生徒の顎口腔機能は記憶・学習能力と何らかの相関がある”という仮説を立て、この仮説を検証することを目的として広島大学附属東雲小学校の小学1年生の児童を対象として、顎口腔機能ならびに記憶・学習力に関する一連の実験を行った。

顎口腔機能検査について

物を噛む機能を示す最大噛みしめ時の咬合力ならびに咬合接触面積については、機能低下群が対照群と比較して、ともに小さな値を示した。この結果は、本研究において児童生徒を2群に分ける基準として、形態的

になんらかの不正咬合，とりわけ開咬を呈するか，あるいは不安定な咬合を呈するものを機能低下群としたことから自明の結果といえる。しかし，その一方で機能低下群においても咬合接触面積が4 mm²以上認められ，咬合力も十分に発揮されている児童が71.4%もいることから，顎口腔機能の低下は形態的な特徴だけでは判断できないことも明らかとなった。また，咀嚼筋活動や顎運動軌跡についても2群間に大きな差が認められないことから，今回対象としたすべての児童について顕著な顎口腔機能の異常は認められないものと考えられた。

今回の検査で機能低下群の中でもとくに咬合力が弱いものに対しては，チューイングブラシ（株式会社藤原歯科産業，大阪）を手渡した。このチューイングブラシは歯のすべての面にブラシが当たるユニークな構造を有し，歯磨き後に用いてもらうことにより，磨き残しを除去するだけでなく，歯肉のマッサージ効果を有する。1日4-5回，1回につき50回程度，繰り返し噛むことによって咀嚼筋の発達を助け，口腔周囲の筋肉や軟組織の正常な発育の促進や咀嚼機能系の回復効果が期待される。このブラシを手渡した児童に対しては，1日少なくとも1回，50回以上噛むこととし，約半年間継続するよう指導した。これにより，このような簡単な噛みしめの訓練が咬合力および咬合接触面積の回復に効果的かどうかについて再度顎口腔機能検査を実施することによって検討したいと考えている。

記憶力・集中力検査について

本実験結果として，注意記憶および長期記憶について，「算数問題」の評価点は対照群に比較し，機能低下群において有意に高い値を示したが，他の集中力，遠隔記憶，直後記憶についてはいずれも有意な差は認められなかった。今回の研究実施にあたり，我々は“児童生徒の顎口腔機能は記憶・学習能力と何らかの相関がある”という仮説を立てたが，本実験結果からはこの仮説は破棄された。すなわち，顎口腔機能，とりわけ最大噛みしめ時の咬合力および咬合接触面積の低下の認められる児童の記憶力ならびに集中力は対照群とほぼ同程度であり，両者に相関は認められなかった。これまで動物実験において，軟性餌の長期摂取が顎口腔機能の低下を惹起するとともに，記憶・学習能力の低下させることが明らかにされている^{6,7)}。しかし，動物の場合には成長発育に際し，記憶力や学習能力に対する訓練を行ったわけではないため，純粋に両者の比較が行えるのに対し，ヒトでは勉強や訓練などといった環境要因が排除できないことから，両者の相関を見出すことができなかつたのかもしれない。しかし，今

後の実験として，顎口腔機能の低下が改善した児童の記憶力・学習力を再度評価することにより，対照群との間に差が認められた場合，顎口腔機能と記憶力・学習力との相関関係を見出すことができる可能性が残っており，今後の研究の課題としたい。

食事アンケートについて

今回の食事についてのアンケートは，食事の品目などの指導を行うためのものではなく，咬合に関する項目を中心としたものであったが，興味深い結果がいくつか得られた。

まず主食について，機能低下群ではパン食が多く，対照群では米食が多いことが明らかになった。パンは柔らかく水分がほとんどないため，ほとんど咀嚼する必要がなく，噛んで唾液が分泌されたとしてもパンに吸収されてしまい嚥下しにくいいため，牛乳や紅茶等の飲み物で流し込んでしまうことになる。一方，米食の場合は，ご飯にある程度水分が含まれており，さらに咀嚼すればするほど唾液分泌が促進され，水分を摂取しなくても容易に嚥下できる。これらのことは米食が多い対照群に比較してパン食が多い機能低下群において，食べ物を口に入れてから飲み込むまでの時間が短く，飲み込むまでの咀嚼回数も少なく，水分摂取量が多い⁸⁾ことから明らかである。

以上より，被験者にはなるべく米食をとるようにし，食べ物を口に入れたら30秒，30回の咀嚼を目標とし，食事時の水分摂取量は最小限にとどめるように指導した。

食事中にテレビをつけているかどうかについては，食事に集中しているか¹⁾，家族との会話を楽しみながら食事しているか¹⁾どうかを確認するためにアンケート項目の1つとした。対照群に比較して機能低下群において食事中にテレビをつけていることが多いという結果が得られ，機能低下群では食事ではなくテレビに夢中になり，しっかり咀嚼できていないことが示唆された。しかしながら，直接的に顎機能に影響するものではなく，テレビがきっかけで会話がはずむこともあるため，テレビをつけないようにというよりは，むしろ家族で会話をしながらゆっくり食事できる環境を作ることが非常に重要である⁹⁾ことを強調し，指導した。

以上の所見より，食習慣と顎口腔機能との間には相関が認められ，日常の食習慣が顎口腔機能に与える影響がきわめて大きいことが明らかとなった。そして，近年広く普及しているファーストフードなどの軟食を中心とする食習慣が顎口腔機能の正常な発達を妨げていることが示唆された。

【参考文献】

1. 藤沢良和：子どもの食生活・気掛かりなこと 小児歯科臨床 6月号 29-35, 1996.
2. 黒田洋一郎：アルツハイマー病. 金子章道, 川村光毅, 植村慶一 編, 脳と神経 分子神経生物学入門. 共立出版, 東京, 325-337, 1999.
3. 丹根一夫, 筒井啓介 他：歯の存在と正しい咀嚼が中枢神経系を守る アルツハイマー型痴呆とのかかわり 臨床家のための矯正 YEAR BOOK '04, 49-56, クインテッセンス出版, 東京, 2004.
4. Onozuka M, Fujita M, Watanabe K, Hirano Y, Niwa M, Nishiyama K, Saito S.: Mapping brain region activity during chewing: a functional magnetic resonance imaging study. J Dent Res. 81:743-6, 2002.
5. Kaku M, Tsutsui K, Motokawa M, Kawata T, Fujita T, Kohno S, Tohma Y, Ohtani J, Tenjoh K, Tanne K.: Amyloid beta protein deposition and neuron loss in osteopetrotic (op/op) mice. Brain Res Brain Res Protoc. 12:104-108, 2003.
6. 川村早苗：マウスとラットの条件回避学習に及ぼす飼料硬度の影響 歯基礎誌, 31: 72-82, 1989.
7. 藤原秀樹：ラットの咀嚼と脳発達に関する組織学的研, 行動学的研究 歯基礎誌, 32: 495-508, 1990.
8. 根岸宏邦：子どもの食事の現状 —その問題点— 小児歯科臨床 7: 19-25, 2002.
9. 二木 武：食べることの意義・子どもの食生活において 小児歯科臨床 6月号 22-28, 1996.