依頼論文

咬合・咀嚼が創る健康長寿

小林 義典

A Long Life Built by Mastication and Occlusion

Yoshinori Kobayashi, DDS, PhD

抄 録

軟らかくて咀嚼回数が少ないファーストフードや健康補助食品の多量摂取、朝食の欠食などによる不十分な咀嚼は、激変した社会環境を背景として健康に多大な影響を及ぼしている。一方、近年の研究では、食の文化に基づいた歯応えと風味がある食物の十分な咀嚼は、心身の成長の促進、脳の活性化とリラックス作用、食物の発がん物質の発がん性の減弱、活性酸素の消去、肥満の抑制、糖尿病治療効果の向上、運動機能の向上、骨粗鬆化の抑制、脳の損傷や老化のリハビリテーション効果などにつながることが確認または示唆されている。また、この前提条件として、健全な咬合の必要性が強調されている。今後の健康、医療、福祉を展望すると、歯科臨床が主な目的とする咀嚼機能の回復とその維持は不可欠であり、それを標榜してきた日本補綴歯科学会には、重大な責務があるといえよう。具体的に、科学的根拠に基づいた行政施策が実施されるためには、咀嚼機能の診断の確立とその呈示とともに、医学、栄養学、薬学、理工学などとの密に連携した研究と臨床の推進が必須であり、特に広範な領域を専門とする日本補綴歯科学会の担う役割は重大である。

和文キーワード

咀嚼機能, 咬合, 健康, 医療, 福祉

I. はじめに

近未来に未曾有の少子高齢社会を迎える本邦の大きな 課題は、生き甲斐にも配慮した健康長寿をいかに確保し ていくかにある。このヒトの身体的、精神的な健康にと って、自然界の食材から必要な栄養素を適切に摂取し、 咀嚼機能を駆使して咀嚼することは、不可欠の行動であ り、また咀嚼の遂行にとって具体的な基盤となる健全な 咬合は、前提条件となる。すなわち、害われた咀嚼機能 の回復とその維持を主な目的として標榜してきた歯科医 学・医療は、今後の健康、医療、福祉で重大な責務が求 められているといえよう

かかる状況を踏まえ、11年前から日本学術会議咬合学研究連絡委員会は、咀嚼と咬合の重要性について、必要な情報を社会に伝達し、科学的根拠に基づいた行政施策が実施されるべく、日本補綴歯科学会が21世紀に目指す方向をまとめた報告¹⁾を叩き台として日本学術会

議に上程し、審議を重ね、対外報告書「咬合・咀嚼が創る健康長寿」²⁾ を刊行した。報告書とその小冊子は、行政を含む広範な領域に6万部配布するとともに、マスメディアを介して約300に上る配信を続け、関連学会では当該内容の数多くの市民フォーラムを開催していただき、特に日本補綴歯科学会では、報告書のタイトルを各支部を含めた学術大会のメインテーマに掲げていただいてきた。

この約10年間のキャンペーンを区切りとして、咀嚼と咬合の重要性に関する知見の現状のあらましを述べ、 今後の健康、医療、福祉の趨向を視点に日本補綴歯科学 会に期待する検討を考察してみたい。

II. 咀嚼と咬合に纏わる社会問題の顕在化

近年、健康に関する一般の関心は、マスメディアによる喧伝が拍車を掛け、一層高まっているが、一方では、前述の報告書²⁾ が指摘しているように、食事時間が短

く軟らかいファーストフードの摂取過多、安易な健康補 助食品や栄養剤などのサプリメントの多用、朝食の欠食 と孤食の増加や家族で食卓を囲み食事をする頻度の減 少、多くの病院や介護施設における個人の摂食機能を考 慮しない食事形態の選択などにより咀嚼が著しく疎かに され、健康や生きがいに重大な影響を及ぼしており、社 会問題の様相を呈している。たとえば、最近の主要新聞 では、ファーストフード頼みの生活が肥満や添加物によ る味覚障害を増加させていること^{3,4)}や、成長期に急増 している朝食の欠食が妊婦にも及び、成人後に生活習慣 病を惹起する低出生体重児の出産につながること 5) な どが大々的に報道されている。また、幼児に健康サプリ メントを与える保護者が15%に上り、過剰摂取による 有害性が危惧されている 6) さらに、経済格差による健 康格差を背景として、残存歯数の減少が危険因子の1 つとなるうつ状態や不安障害⁷⁾ の急増も大きな問題に なっている8,9)

Ⅲ 咀嚼の特徴と重要性

食物を噛み砕き、唾液を混ぜて嚥下に適した食塊を形 成する咀嚼は、下顎の開閉や唾液の分泌、舌による食物 の混和などの複雑な組合せで、呼吸や歩行などと同様に リズミカルな自動運動であるが、同時に意識的に速くし たり、逆に遅くしたり、さらに止めることもできる特徴 的な運動である。この神経回路は、呼吸、歩行、姿勢、 血液循環の調節などとともに、下位脳幹部にプログラム されており、リズミカルな顎・舌の運動は、咀嚼中に生 じる口腔や咀嚼筋の感覚受容器からの情報により、主と してリズム形成の機構がある下位脳幹部で調節され る 10,11) また、制御は、覚醒、高次精神活動、情動・ 本能、恒常性、味覚、食べる動機づけ、食物か否かの識 別, 唾液分泌, 嚥下の誘発, 運動などに関与する大脳皮 質,扁桃体,大脳基底核,中脳網様体,視床下部,小脳 などの上位脳の各部の調節機構による^{12,13)}. さらに, 唾液分泌の促進による健康の保持、消化液・ホルモン分 泌の促進による消化促進や食欲調節, 咀嚼中に生じる顎 口腔感覚による脳内快感物質分泌による安全感や多幸感 の喚起、脳の活性化、顔面頭蓋の成長発育の促進などの 統合的作用も発揮する 12). つまり、咀嚼は、単に口腔 内における直接的な消化作用のみならず、生命の維持に きわめて重要かつ広範な作用を持つ。

IV 咀嚼の作用

1. 口顎顔面頭蓋の成長発育の促進

咀嚼は、閉口筋の収縮により産生された代謝エネルギ ーと顔面の血流の増加から組織代謝を活性化し、口顎顔 面頭蓋の成長発育を促進する14,一方,軟らかくて咀 嚼回数と咀嚼時間が短いファーストフードの摂取が主流 となっている現代では、江戸時代から60数年前の敗戦 時まで約1,500回であった1回の食事の咀嚼回数は、 咀嚼時間とともに約60%減の約620回に減少し15, 減少傾向が順次進行している16) また、伝統的なごは ん食に比較したファーストフードは、脂肪分が明らかに 多く, 咀嚼回数を半減させ 16, この様相が多数例の調 査でも確認されている 17). さらに、3千余世帯を調査 した朝食の欠食率は、20歳代が約30~36%の高率で、 1人世帯の20歳代が約50%に達している18,19) 成長 期の小中学生も同様であり、直近の11,000名の調 査²⁰⁾によれば、成人に比較した1口の咀嚼回数は、少 なく、ほとんどが20回以下で、30数%が10回以下に 留まり、10%が極端に少ない清涼飲料水やジュースな どによるいわゆる流し込みであるという。この状況に、 朝食の欠食が小学生時から始まった者の割合が増加傾向 にある¹⁸⁾ ことやサプリメントの多用などを加味すると、 不十分な咀嚼が口顎顔面頭蓋構造の成長発育に影響を及 ぼしていることは、想像に難くない。

この問題は、近未来の顔貌のシミュレーション²¹⁾ が示すように(図 1)、口呼吸で特有なアデノイド顔貌^{22, 23)}、すなわち頰骨弓の退行、上顎前突、下顎後退、特に顎の狭小化などを特徴とする形態異常を惹起する。小児の口呼吸は、耳鼻咽喉科領域では、循環器疾患、脳血管障害、突然死、精神症状、ホルモン分泌異常などを発症する閉塞性睡眠時無呼吸症²⁴⁻²⁶⁾(以下、OSASと略す)を重症化し、成長発育に多大な影響を及ぼすと危惧され²⁷⁾、今後の重要な課題にされている²⁸⁾.OSASは、肥満や小顎症などの身体的要因が、睡眠時の筋活動の低下に伴う舌根部の後方沈下と口蓋の下垂により狭小化している上気道を一層狭小化して発症させる²⁴⁻²⁶⁾.小児のOSASに関与が示唆されている肥満²⁷⁾ は、20 余年前から増加し続け、30%近くに達している¹⁸⁾.

小児の口呼吸は、アデノイドや口蓋扁桃の肥大による 鼻呼吸障害が主因とされている²⁷⁾が、上顎前突や顎の 狭小化などによる口唇封鎖が困難な歯性口呼吸^{22,23)}は、 歯列不正を含む不正咬合による舌房侵害が密接に関連す ると考えられる。すなわち、近年小児や生徒で増加して いる不正咬合^{29,30)}は、わずかでも歯列の狭小化から舌



Ancient man 古代人

Modern man 現代人

Man of the near future 近未来人

図 1 Simulation of the near future facial contour from taking in soft foods

軟性食物摂取による近未来の顔貌のシミュレーション (堤, 2004, 改変図)

房侵害を惹起し 31-38),顎関節症(以下,TMDと略す)と同等の咀嚼障害や異常嚥下などを誘発する 39) ことからすると,睡眠時の舌根部の後方沈下を助長し,OSASを発症または増悪させるといえよう.実際に,ファーストフードに代表される軟性食摂取が顎の狭小化を招き,不正咬合を増加させ 40),また人類が石器の発明により料理した軟性食摂取に変化したために,顎の退行を招き,上気道を狭小化して OSAS を発病した 41) ことが検証されている

気道を構成する口腔・鼻腔からの三叉神経を介した感 覚入力は、自律呼吸に反射効果を持ち、 適刺激の範囲で あれば、興奮性(促通性)、逆に強刺激であれば、抑制 性に作用し、歯根膜への反復性の侵害刺激は、無呼吸を 惹起し,不正咬合が睡眠時無呼吸(以下, SA と略す) を誘発する可能性がある42) 実際に、厳選した健常者 の下顎第一大臼歯咬合面に厚さ 0.1mm の微細な実験的 咬合干渉を付与し、付与前、付与後、除去後の各1週 間の夜間睡眠中の生体現象、精神内分泌反応、臨床所見 を詳細に分析した筆者ら430の研究では、歯の移動と下 顎頭偏位を含む TMD 症状の発現、情動ストレスの惹起、 睡眠構造の悪化, 睡眠時ブラキシズム(以下, SBと略す) の発現頻度の有意な持続・増大などの推移にほぼ一致し て SA の発現頻度の有意な持続・増加が認められている. また、SA の発現は、約80%が持続・増大した SB の発 現に関連しており、特に TMD 患者では、両者間に有意 な正の相関が認められ、約15~20%が睡眠時無呼吸症(以下、SASと略す)に相当する ⁴³⁾. さらに、TMD 患者の SA と SB の発現頻度は、発症からの病悩期間との間にそれぞれ有意な正の相関が認められている ^{43,44)}. この SA と SB との密接な関係は、持続・増大した SB が主に大脳皮質咀嚼野や扁桃体への三叉神経を介した口腔内の持続的な侵害性刺激により誘発され ⁴⁵⁻⁴⁷⁾, 特に扁桃体の興奮により心拍の増加、血圧の上昇とともに、呼吸が抑制される ^{48,49)} ことから説明できよう。また、病悩期間の関与も、小児における持続・増大した SB の発生率と TMD の発症率が 10 数~20% ^{50,51)} で近似しており、実際に多数の小児の 20 年間の追跡研究 ⁵²⁻⁵⁷⁾では、SB の自覚が TMD の発症につながり、SB の持続性と TMD の予測因子になると示唆されていることなどから説明できよう。

TMD の咬合因子として、前述の追跡研究では、中心域の偏向性と片側性交叉咬合、また別の多数例の小児の調査 ⁵⁸⁾ では、前歯叢生や大きい前歯被蓋が挙げられている。この中心域の偏向性は、呼吸の抑制に関与する口腔内の侵害性刺激に相当する。また、歯科矯正学的な不正咬合は、歯列不正による舌房侵害に加え、下顎頭偏位の併起が確認されており ⁵⁹⁾、持続的な下顎頭偏位による呼吸の抑制が明らかにされている ⁶⁰⁾ ので、顎関節への侵害性刺激の一翼を担うと考えられる

下顎頭偏位は、前述のように主に持続・増大した SB により惹起され、TMD の要因となる $^{61)}$. 近年の神経心理学的分析 $^{62)}$ でも、睡眠障害、抑うつ、SB は、TMD の危険因子として示唆されている。

うつ病は、睡眠障害、特にレム睡眠の阻害が大きく関 与し²⁵⁾, またうつ病に似た症状や体調不安定も同様で あり^{25,63)}, SAS は、レム睡眠期で多発する⁶⁴⁾。実際に、 筆者ら ^{43, 65, 66)} の持続・増大した SB 患者 (bruxist) と TMD 患者の観察では、睡眠構造の悪化とともに、SB とレム睡眠との発現頻度間に有意な負の相関に加え、 SB によるレム睡眠の有意に多い中断または消失頻度が 認められている。また、レム睡眠と病悩期間との間に有 意な負の相関が認められている⁴³⁾. さらに, 多数例の OSAS 患者の分析 ⁶⁷⁾ でも、抑うつとの関連性が示唆さ れている. もちろん, 小児の睡眠構造は, 成人のそれと は異なる^{68,69)}が、増加し続けている小児の睡眠問題は、 全身の疲労感,感情制御の不安定による集中力の低下, 血圧の上昇などを生じ、潜在能力を埋没させる形で高次 脳機能を含めた心身の発育・発達に悪影響を及ぼし 25), 近年の小児の生きる意欲や学習能力の欠如の主因の1 つに挙げられている ⁷⁰⁾. 現実に, 過去 40 年間の睡眠習 慣が夜型化し、小児や児童の睡眠時間の短縮傾向が顕著

になり 25 , 最近の睡眠障害を訴える割合は, $28 \sim 38$ %に達している $^{71,72)}$. 最新の研究 $^{73-75)}$ では,就寝前のテレビ視聴,インターネットやゲームなどのパソコンを用いた興奮的な活動は,その晩の睡眠構造に影響を及ぼし,消灯後の携帯電話による通話やメールは,不眠症状を高進させることが示唆されている.

SAS は、OSAS と脳幹にある呼吸中枢からの命令が一時的に途絶えることにより惹起される中枢性 SAS (以下、CSAS と略す)とに大別されるが、CSAS はほとんど明らかにされていない²⁵⁾. CSAS の自覚症状は、きわめて重篤であり、患者数が多いと推測されている²⁵⁾. 筆者ら⁴³⁾ の bruxist の観察では、OSAS の発現率は6.5%に留まったが、CSAS の発現率は約70%を占めたので、CSAS の罹患率は相当高いと推察される。また、三叉神経を介して脳幹部の呼吸中枢に対し、抑制的に働く口腔や顎関節への侵害性刺激が持続・増大した SB により増強され、CSAS を発症または増悪させる一因となる可能性も十分考えられる。

これらのことから,不十分な咀嚼は,現代社会で進行している睡眠問題を大きな背景因子として,成長期の口 顎顔面頭蓋構造を変化させ,持続・増大した SB が口腔 や顎関節からの侵害性刺激を増強して睡眠呼吸障害を発 症または増悪させやすくし,心身の発育に重大な影響を 及ぼすといえよう。

ちなみに、最新の長期の動物研究⁷⁶⁾では、軟性食餌は、 下顎骨の有意な狭小化と体重の有意な増加とともに、海 馬の神経新生細胞数の有意な減少と絶食時の暗期の覚 醒・行動量の有意な減少が認められ、睡眠を含む種々な 発育と脳機能の変化をきたすことが示唆されている。ま た、咀嚼は、脳の発達に重要な意義があり⁷⁷⁾、早寝・ 早起きとともに、朝食は、成長期の前頭前野の働きに必 要であることが提唱されている⁷⁸⁾。言い換えると、不 十分な咀嚼による成長発育への影響は、睡眠問題が背景 因子ではなく、不十分な咀嚼そのものが睡眠問題を惹起 または増悪させることも考えなければならない。

2. 消化作用と摂食機能調節作用

咀嚼の主な目的は、食物の消化であり、口腔内で食物を噛み砕き、主に耳下腺と顎下腺から分泌される唾液中の酵素:アミラーゼが炭水化物を糖に分解する $^{13,79,80)}$. 実際に、咀嚼回数の増加は、食物の噛み砕き量と α -アミラーゼによる糖生成量を比例的に増加させる $^{81)}$. 逆に、咀嚼をしない液体食餌の動物研究 $^{82)}$ では、耳下腺が障害され、アミラーゼ含有量の減少が確認されている.

直接的な消化作用と同時に,頭相として胃や腸でも消化の準備が始まり,消化管から胃液,膵液,ホルモンを

分泌し、消化管運動を高める間接的な消化作用 13,83-85) が十分な咀嚼により促進される⁸³⁻⁸⁵⁾. また, 同時に分 泌される唾液中のホルモン:上皮成長因子 (EGF) は、 口腔や消化管上皮細胞の損傷修復作用とともに、胃酸分 泌抑制や食欲調節などの摂食機能調節作用を発揮し、消 化器官を健全に維持して消化作用を円滑にする 83,86) さらに、消化の頭相では、消化管粘膜から分泌されるグ レリンやコレシストキニンなどの消化管ホルモンは、血 流を介して脳の食欲中枢に作用し、膵臓から分泌される インスリンとともに食欲調節に関与し87,88,同時に脳 内へ放出される線維芽細胞成長因子 (FGF) は、食欲 調節や成長促進に加え、損傷脳細胞の修復、特に学習記 憶形成を促進する⁸³⁾. これらの分泌は、快や不快情動、 食欲、食物学習などを支配する上位中枢から強い修飾を 受け、咀嚼をすればするほど促進されるが、快感が伴わ なければならず、後述のおいしさの感覚による食物のお いしさを感じることができるよう豊かな食経験を積むこ とも重要である⁸³⁾.

3. 唾液分泌の促進による健康の保全

食物咀嚼時の歯や口腔粘膜への機械受容性刺激や味覚 刺激により無条件反射性,また食事に関連した視覚・聴 覚・嗅覚刺激により条件反射性に分泌される唾液は,健 康を保全する多彩な機能を持つ^{13,79,80,83,89-103)}

1) 洗浄・湿潤・潤滑・保護作用

唾液は、口腔に付着した食物残渣や細菌を洗い流し、 唾液中の酵素:アミラーゼは、食物残渣を口腔から排除 する ^{13, 79)}. また、唾液中の水分は、食物を湿らせて食 塊を形成しやすくし、タンパク質:ムチンは、歯や粘膜 表面に被膜を作って滑らかにして食塊形成を補助し、嚥 下を円滑にする ^{13, 79)}. このムチンは、粘膜に付着し、 粘膜の乾燥を防ぎ、歯のエナメル質に付着し、被膜を形 成する ¹³⁾. さらに、タンパク質:スタセリンは、歯に 浸透して酸に対する抵抗力を強化し ⁷⁹⁾、炭酸脱水酵素 は、歯の脱灰を抑制し ¹³⁾、カルシュウムやリン酸は、 エナメル質を成熟させて初期齲蝕のエナメル質を再石灰 化する ⁹²⁾.

2) 抗菌・殺菌・抗ウィルス作用

唾液中の酵素:リゾチーム,アミラーゼ,ペルオキシターゼ,タンパク質:ラクトフェリン,唾液免疫グロブリン Ig A は,抗菌・殺菌作用を持ち,ラクトフェリンは,身体各部で抗菌作用を発揮する $^{13,79,80)}$. 特に,ラクトフェリンは,ウィルスを直接攻撃する NK 細胞を増殖させ,抗ウィルス作用を発揮する 93 .

3) 抗変異原性と発がん物質の不活性化作用 唾液中の酵素:カタラーゼ、スーパーオキシドディス ムターゼ、特にペルオキシダーゼは、食物の発がん物質から生成される活性酸素を消去し、多くの発がん物質の変異原性をほとんど消去して発がん性を抑制する⁹⁴⁻⁹⁸.同時に、動脈硬化、糖尿病、白内障などの生活習慣病や老化を抑制する⁹⁹⁾.

4) 成長促進作用と抗加齢作用

唾液中のホルモン:上皮成長因子(EGF)は、皮膚、毛髪、口腔や胃粘膜などの表皮細胞の成長促進と修復、また神経成長因子(NGF)は、海馬への栄養補給と神経細胞の修復などの成長促進と抗加齢作用を持つ100-102)

5) 糖尿病治療効果の向上作用

唾液中のホルモン: インスリン様成長因子(IGF)は,インスリンと同様な働きをして糖尿病治療効果を向上させる 103 .

6) 血圧·腎血流調節作用

唾液中の生理活性物質:カリクレインは、顎下腺の発育の促進とともに、血圧や腎血流の調節に関与する⁹⁰⁾

7) 生体の恒常性の維持

唾液は,体液量,特に水分を調節し,間接的に生体の 恒常性を維持する^{89,92)}

8) その他

唾液は、歯垢の pH の中性化を強化する緩衝作用を持つ 13). また、唾液中のタンパク質は、血液凝固を促進させるといわれている 89). さらに、食物アレルギーの抗原性は、十分な咀嚼による唾液の混合が食物特有の化学構造を胃腸で順応するアミノ酸やペプチドなどの物質に変化させることで消去できるといわれている 104). 実際に、小児の食物アレルギーは、抗原となる食物を毎回増量して咀嚼させる療法の効果が認められている 105). また、リゾチウム、ラクトフェリン、ペルオキシダーゼは、口腔乾燥症やがん治療患者の口腔内症状を軽減できると報告されている 80)

これらのうち, 抗変異原性と発がん物質の不活性化作用は, 発がん物質を唾液中に最低限 30 秒の浸漬, すなわち 1 口で最低限約 30 回の咀嚼が必要である ⁹⁴⁻⁹⁸⁾. また, 抗ウィルス作用を発揮するラクトフェリン, 成長促進作用, 抗加齢作用, 血圧・腎血流調節作用, 糖尿病治療効果の向上作用を発揮する生理活性物質の分泌は, 微量である ^{90, 93, 100-102)} ために, 30 回以上の可及的に多い咀嚼が必要である.

安静時唾液と刺激唾液分泌は,顎下腺と耳下腺が大部分を占め,刺激唾液は,咀嚼や味覚により多量に分泌され,咀嚼時の機械受容性刺激により耳下腺からの分泌量が促進される ^{13,91)}.咀嚼時の口腔の機械受容性刺激による唾液分泌反射は,耳下腺から分泌量を増加させる一

因となる ¹⁰⁶⁾. また, 唾液分泌量は, 咀嚼回数, 咀嚼時間, 咀嚼筋筋活動が増加するに従って比例的に増加する ⁸¹⁾が, 1口の咀嚼回数が 20回未満では増加せず, 20回を超えると有意に増加する ¹⁰⁷⁾. さらに, 90分間のガム咀嚼は, 唾液を枯渇することなく分泌し続け ¹⁰⁸⁾, 軟性食に比較した硬性食咀嚼時は, 唾液分泌量をより増加させる ¹⁰⁹⁾

なお,動物研究 ^{110, 111)} では,硬性食餌は,耳下腺の大きさや唾液分泌に関与する各種受容体の密度と唾液分泌量を有意に増加させることが観察されている。臨床的にも、口腔乾燥による唾液分泌の低下は、咀嚼回数と咀嚼時間の延長により通常量を確保できることが示唆されており ¹¹²⁾、また虚弱高齢者でも、1年以上のガム咀嚼により唾液分泌の有意な増加と口腔の健康の増進が認められている ¹¹³⁾.

したがって、唾液分泌の促進による健康の保全にとって、食の文化に基づいた硬性食を1口で最低限30回(約30秒)以上の可能な限り多い咀嚼が必要である。もちろん、味覚の関与も重要である。

4. 栄養素吸収の促進

抗酸化作用や免疫賦活作用などを発揮するビタミン、特にビタミン C は、排泄が早く、アスコルビン酸酸化酵素を含む食物や調理により破壊されやすいことが知られているが、ガムに添加、すなわち咀嚼すると、始めに口腔粘膜から吸収され¹¹⁴、錠剤の服用に比べて吸収が24時間持続し、しかも約3倍に上ることが確認されている^{115,116}。この咀嚼による口腔粘膜からの栄養素の吸収作用の重要性は、新型ウィルスによるインフルエンザに対しコメ咀嚼による経口予防ワクチンが開発されている¹¹⁷、ことから理解できよう

5. 脳の活性化と脳の老化の抑制

幼若動物研究 ¹¹⁸⁾ では、軟性食餌に比較した硬性食餌は、有意に高い条件回避・迷路学習成績、これらと記憶想起に関与する消化管ホルモン:コレシストキニン分泌量との間に有意な正の相関、脳温の有意な上昇が認められ、硬性食咀嚼は、幼若期の脳発育を促進させることが示唆されている。実際に、幼稚園児の咀嚼能力と知能指数や短期記憶能力との間に有意な正の相関が認められている ¹¹⁹⁻¹²¹⁾

成熟動物研究 ^{122, 123)} でも、硬性食餌による有意に高い学習効果と記憶時間の有意な延長が認められている ¹²¹⁾. また、学習効果 ¹²⁴⁾、新生児の脳の発達 ¹²⁵⁾、脳細胞の再生修復や海馬の活性化 ¹²⁶⁾ などを促進する脳脊髄液中の生理活性物質:aFGF(酸性線維芽細胞成長因

子)の分析 ¹²⁷⁾ では、記憶は、硬性食餌咀嚼 10 分後に 330 倍に達し、100 倍レベルが 2 時間余持続すること が確認されている。さらに、学習内容は、摂食後で最も 向上し、逆に摂食 5 時間後で低下したことから、咀嚼による記憶の向上とその 2 時間余の持続性が示唆されている。実際に、ヒトの随伴陰性変動の観察 ¹²¹⁾ では、咀嚼による脳の活性化の持続が示唆されている。したがって、一般的な生活の朝・昼・夕食の間隔時間は、理に 適っているといえよう。

高齢動物研究 ¹²¹⁾ では、軟性食餌に比較した硬性食餌 は、加齢に伴う学習効果の低下を遅延させ、老化を抑制 することが示唆されている。逆に、高齢モデル動物研 究 128, 129) では、硬性食餌に比較した軟性食餌は、腹側 被蓋野のドーパミン作動性や対角帯核・内側中核のコリ ン作動性のニューロン数の減少や大脳皮質のドーパミン や大脳皮質・海馬のアセチルコリン濃度の低下を招き、 記憶や記憶保持能力を低下させることが示唆されてい る. 最近の Alzheimer 病モデル動物研究 ¹³⁰⁾ では、硬 性食餌に比較した軟性食餌は、記憶・学習能を低下させ、 認知機能に影響を及ぼすことが示唆されている。このよ うな影響は、脳内酸化ストレス量と海馬内のドーパミン 遊離量の分析 131) でも示唆されている。また、脳梗塞モ デル動物研究 ¹³²⁾ では、硬性食餌は、学習・記憶障害を ほぼ回復させるが、軟性食餌、特に液体食餌は、それを 有意に残存させることが確認されている。実際に、硬性 食咀嚼による脳の損傷や老化のリハビリテーション効果 の可能性は、fMRI を用いたガム咀嚼時の一次感覚運動 野の活動の観察 133) でも示唆されている.

ガム咀嚼時の脳の各領域の活動について、脳細胞の代謝を指標とする PET を用いた観察 ¹³⁴⁾ では、一次感覚運動野、補足運動野、島、小脳、線条体、また fMRI を用いた観察 ^{135, 136)} では、感覚運動野、補足運動野、島、視床、小脳、右側前頭前野の活性化がそれぞれ確認されている。前頭前野の活性化は、脳血流を指標とするfNIRS(近赤外分光法)を用いた観察 ¹³⁷⁾ でも確認されている。この領域は、高齢者の著明な高進が認められたことから、咀嚼は、認知機能の維持に有用な可能性 ¹³⁶⁾ や高い認知機能の長時間の維持にも有用な可能性 ¹³⁸⁾ が示唆されている。

両側中大脳動脈の血流速度を指標とする超音波ドップラ法を用いた脳循環の分析 ¹³⁹⁻¹⁴¹⁾ では、ガム咀嚼は、クレンチングやタッピング運動よりも有意に賦活化することが観察されており、ハンドグリップ運動は、半球優位性を示したのに対し、ガム咀嚼は、それがなく両側性を示したことから、片側咀嚼でも、脳循環を両側性に賦活化させることが示唆されている。とはいえ、一次感覚

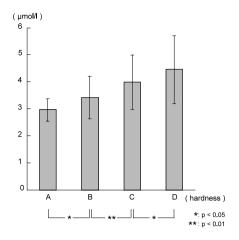


図2 The amount of change in cerebral blood flow during the chewing of 4 types of gummy jelly which differ in their hardness (n = 10) Standards for hardness: A, cake; B, fast food; C, hard rice; D, brown bacon or broccoli. 硬さの異なるグミゼリー咀嚼時の脳血流の変化量硬さの目安: A, ケーキ; B, ファーストフード; C, 硬めのご飯; D, ベーコンまたはブロッコリー.

運動野や前頭前野などの各領域別の観察 ^{133, 137, 142, 143)} では、半球優位性が認められているので、可及的に両側における咀嚼が望ましいといえよう.

脳血管障害により植物化した重度意識障害患者 31名 に対し、直立姿勢訓練、歯や歯周のブラッシングを行い、 経管栄養補給から徐々に姿勢を正しながら家庭食咀嚼に 移行させたところ、5名ですべての生活行動が確立され、 残りの6名で排泄行動,6名で会話行動,5名で食事行 動がそれぞれ確立され、さらに約70余%で各行動が介 助で可能になっている 144). この驚異的ともいえる臨床 所見は、末梢性入力の中で最も強い覚醒作用を持つ三叉 神経を介して脳へ伝達される口腔・顎・顔面領域からの 感覚性入力 ¹⁴⁵⁾ によるものと考えられる。すなわち、咀 嚼による機械受容性感覚,味覚,嗅覚,温度感覚は,三 叉神経を介して強く三叉神経感覚複合体、さらに網様体 に入力され、行動的な覚醒作用をもたらすことが立証さ れている ¹⁴⁶⁾ ことから説明できよう。もちろん、歯や歯 周のブラッシングは、 適刺激として回復の緒になったこ とも理解できよう. また, 新たに開発した最も自然かつ スムーズに咀嚼ができる被験食品:グミゼリー 147)の硬 さのみを変化させ、咀嚼時の一次感覚運動野の活動につ いて、NIRS¹⁴⁸⁾ を用いた筆者ら ¹⁴⁹⁾ の観察では、歯応 えがある硬性食に相当する硬さのほうがファーストフー ドに相当する硬さよりも有意に高進させることが確認さ れている(図2)ので、経管栄養補給から家庭食の経口 咀嚼への移行が脳の活性化を促し、覚醒作用につながっ

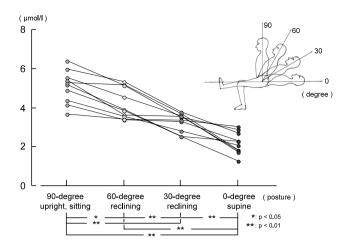


図3 The amount of change in cerebral blood flow during chewing hard rice (8 g) as seen from various postural positions (n = 10) 姿勢別にみた硬めのご飯(8 g)咀嚼時の脳血流の変化量

たものと考えられる。さらに、ベッド上で仰臥位、30°リクライニング位、60°リクライニング位、上半身直立位の4姿勢間で比較した歯応えがある硬さのごはん食咀嚼時の観察¹⁵⁰⁾では、咬筋筋活動量は、4姿勢間で有意差が認められなかったが、脳血流の変化量は、上半身を仰臥位から順次直立位へ変化させるに従って、それぞれ有意に増加し、上半身の直立位で最も増加することが確認されている(図3)ので、徐々に姿勢を正し、歯応えがある家庭食咀嚼への移行が覚醒作用を喚起したものと考えられる。これは、姿勢調節の神経回路が咀嚼のそれと同様に脳幹にプログラムされており、咀嚼運動が姿勢の保持に対し強い影響を及ぼす¹⁴⁵⁾ことなどによるものと推察される。なお、4姿勢間で咬筋筋活動量の差が認められなかったことは、咀嚼の肉眼的観察が誤診に導きやすいことを示しているので、注意しなければならない。

ちなみに、最近の研究 ¹⁵¹⁾ では、ガム咀嚼による覚醒効果は、ワーキングメモリー機能を促進させることが示唆されている。いずれにせよ、脳への多彩な感覚入力となる咀嚼は、意識障害患者の覚醒効果にも期待できよう。

6. おいしさの増強と心理作用

食物咀嚼は、情動や心理にも大きな影響を及ぼす.動物研究 ¹⁵²⁾ では、軟性食餌による自発運動量の有意な増加が認められ、軟性食咀嚼による情動活動への影響が示唆されている。また、別の動物研究 ^{153, 154)} では、軟性や液体食餌は、副腎重量や血中のカテコールアミン濃度の経時的かつ有意な増加が認められ、軟性食咀嚼やサプリメント摂取によるストレスの惹起が示唆されている。

逆に,海馬の記憶能を検討した動物研究 ¹⁵⁵⁾ では, 咀嚼 は、ストレスによる記憶能の低下を改善し、過剰な内分 泌反応を抑制して重度なストレスを軽減させることが示 唆されている。実際に、ストレス状態は、ガム咀嚼によ り副腎皮質刺激ホルモン、アドレナリン、ノルアドレナ リンの各濃度を有意に低下させて解消できることが報告 されており¹⁵⁶⁾、ヒトの咀嚼時の唾液中のコルチゾール 濃度の分析 ¹⁵⁷⁾ でも、同様な見解が示唆されている。こ のメカニズムとして、食物摂取に伴う快感であるおいし さの増強による作用が説明されている。すなわち、おい しさに最も大きな影響を及ぼす舌ざわりや歯応えで表現 される咀嚼による機械受容性感覚に加え、風味で表現さ れる味覚と嗅覚との複合感覚, さらに視覚, 聴覚(咀嚼 音). 温度感覚などが総合されて形成される感覚刺激が 大脳皮質の味覚野へ入力され、味が識別されるとともに、 情動を形成する視床下部や大脳辺縁系から報酬系へ伝達 され、快情動の発現とモルヒネ様の快感物質: β-エン ドルフィン分泌を促して食べる楽しみや多幸感・幸福感 を生じると同時に、全身の自律機能を安定させ、筋緊張 を解消する^{107, 145, 158, 159)}. 脳内に分泌される快感物質は、 ドーパミン 107, 160, 161). ベンゾジアゼピン 107). オピオ イド¹⁶¹⁻¹⁶³⁾ なども確認されており、ドーパミンは、 PET を用いたガム咀嚼時の観察 164 でも, 有意な放出 が認められ、報酬系の関連が示唆されている。また、べ ンゾジアゼピンやオピオイドは、抗不安作用も持 つ ^{107, 165)} ので、ストレスの軽減や解消につながる。こ れらの分泌は、甘味や脂肪分を多く含むアイスクリーム に代表される嗜好性が高い食物咀嚼で増加し¹⁶⁶⁾, 甘味 の抗不安作用も加わり $^{107)}$, リラックス作用を促す. 実 際に、甘味を添加したガム咀嚼時の脳波の観察 167, 168) では、 著明な α波の増加 と β波の減少の持続性が認めら れ、甘味食物咀嚼によるリラックス作用の持続も確認さ れている。

咀嚼に伴う甘味や嗜好性が高い味覚は、膵液や胃酸分泌にも関与する。甘味食餌を与えた動物研究 850 では、膵液分泌は、経口咀嚼により著明に上昇するが、胃内への直接投与によりきわめて低下することが確認されている。また、ヒトの胃酸分泌も、嗜好食物により急激に上昇するが、味のない穀物粥によりほとんど認められていない 840. さらに、甘味食餌を与えた動物研究 1690 では、インターロイキン-2 の活性を有意に上昇させ、免疫機能を向上させることが確認されている。実際に、風味に関するレビュー 1700 では、健常者とがんや全身疾患を有する高齢者の風味の改善は、免疫機能の向上とともに、唾液分泌の促進、化学的感覚の不満と食欲不振の改善、塩分摂取量の減少などの効果が確認されており、また風

味の欠如は、がん治療効果が望めない可能性も示唆されている。すなわち、甘味や嗜好食物に代表されるおいしさの増強は、心身のリラックスとともに元気にする重要な役割を果すが、そのためには、十分な咀嚼をしなければならない。ただし、この種の食物咀嚼は、無意識に不安軽減を求めて過食する危険性があり 1650、自制心を持って摂食を管理すべきことも指摘されている 13,1070.

なお, 基本味である甘味, 塩味, 酸味, 苦味, 旨味の うち、 苦味の感覚が味覚野に入力されて味が識別され、 大脳辺縁系から扁桃体あるいは回避系に伝達されると, 苦くてまずいという不快情動を惹起する 63,107,145,158,159,169) 苦味物質:キニーネ添加食餌を与えた動物研究 169) では、 ストレスホルモンである副腎皮質からのコルチコステロ ン値の上昇が認められ、苦くてまずい食物摂取は、スト レス状態に陥ることが示唆されている。実際に、キニー ネにより苦味のみを添加したグミゼリー咀嚼時につい て、トポグラフを用いた筆者ら1710の脳波の観察でも、 明らかな苦味により有意な α 波の減少と β 波の増加が認 められ、不快情動を惹起することが示唆されている。ま た. 苦味の程度のみを変化させた歯応えがある硬さのグ ミゼリー咀嚼時の一次感覚運動野の活動も、まずいと感 じる苦味は、高度かつ有意に低下させることが確認され ている 172) ただし、これを詳細に観察すると、本邦で 摂取されるふきのとうや鮎などに代表されるわずかな苦 味は、リラックス状態に準じる様相も認められる ¹⁷¹⁾ の で、いわゆる旬の味としてのわずかな苦味は、リラック ス作用に関与するといえよう.

7. 免疫機能の向上

硬性食餌から軟性食餌へ変更した動物研究 ¹⁷³⁾ では、グルタミン酸濃度の有意な増加が認められ、軟性食咀嚼への食習慣の変更は、神経系・内分泌系・免疫系ネットワークに影響を及ぼす可能性が示唆されている。また、硬性・軟性・液体食餌を与えた動物研究 ^{153, 154, 174)} でも、軟性や液体食餌による副腎重量の増加、NK 細胞活性の有意な低下、血漿中の ACTH レベルの大きな変動などが認められ、軟性食咀嚼やサプリメント摂取は、免疫機能を低下させることが示唆されている。逆に、軟性食餌から硬性食餌へ変更した動物研究 ¹⁷⁵⁾ では、低下した免疫機能を高進させることが示唆されている。実際に、高齢者の歯科補綴治療による咀嚼能力の改善は、免疫能力を向上させることが示唆されている ¹⁷⁶⁾

8. 生体の恒常性とリズムの維持

咀嚼は, 顎, 筋, 腺, 歯根膜などの末梢効果器から成る端末器系, そこに存在する各種感覚受容器からの感覚

情報を運ぶ感覚入力系,それを処理・制御して適切な運動指令を送り出す中枢処理系から構成された総合機能システムである咀嚼システムにより遂行され,他の生体機能システムと協調して,その恒常性を維持する¹⁷⁷⁾.硬性食餌から軟性・液体食餌へ変更した動物研究¹⁷⁸⁾では,液体食餌による血清抗酸化能の有意な低下とスーパーオキサイドの産生能の有意な増加が認められ,粥類やサプリメント摂取は,活性酸素の産生系と消去系のバランスを崩壊させて生体の恒常性に影響を及ぼすことが示唆されている。

咀嚼により脳内に放出される神経ヒスタミンは,睡眠 – 覚醒サイクル調節機能に関与する ^{179, 180)}.肥満モデル動物研究 ^{179, 181)} では,神経ヒスタミンの低下と食行動の概日リズムの破綻が認められ,神経ヒスタミンは,食行動の概日リズムの調節に強く関与することが示唆されている.

なお、睡眠の主な働きは、生体の恒常性の維持であり²⁵⁾、近年の睡眠問題の増大は、大きな背景因子または関連因子として留意しなければならない。

9. 肥満による生活習慣病の抑制と改善

生活習慣に起因する肥満は、metabolic syndrome、糖尿病、高血圧症、動脈硬化症などの生活習慣病の基盤病態であり ¹⁸²⁾、その治療戦略の1つとして咀嚼が注目されている。

通常食餌の経口摂取と同カロリーの液体食餌の胃内へ の直接投与とを比較した動物研究 183) では、通常食餌の みにより摂食抑制作用を持つ神経ヒスタミンの活性化が 認められ、咀嚼時の口腔の機械受容性感覚は、肥満を抑 制することが示唆されている。このメカニズムとして、 機械受容性感覚は、三叉神経と三叉神経中脳路核を介し て神経ヒスタミンの細胞体が存在する視床下部の結節乳 頭核に伝達され、放出された神経ヒスタミンによる満腹 情報が食事を終了させる摂食抑制作用を発揮すると説明 されている ^{179, 183, 184)}. また,神経ヒスタミンは,白色 脂肪組織脂肪分解作用やエネルギー消費亢進作用を持 ち ^{179, 181)},咀嚼機能を調節し ^{183, 184)},抗肥満作用に関 与する。ただし、神経ヒスタミンは、抗肥満物質として 有効であるが、末梢投与では、脳血液関門を通過できな いので、視床下部に存在する内因性ヒスタミンを活性化 させるためには、咀嚼が必要である¹⁷⁹⁾ 動物研究 ¹⁸⁵⁾ では、食後のエネルギー代謝上昇量は、通常食餌により 認められるが、胃内への直接投与食餌によりほとんど認 められず、体熱産生にとって咀嚼がきわめて重要な役割 を果すことが確認されている。 実際に、ヒトの経管栄養 補給は、誘発性体熱産生を低下させて肥満につながるこ

とが示唆されている ¹⁸⁶⁾. また,動物研究 ^{187, 188)} では,体熱産生能は,硬性食餌で向上するが,軟性食餌で低下し,肥満に導くことが観察されている.

臨床調査 ^{189, 190)} によれば、非肥満児に比較した肥満児は、咀嚼回数が少なく、いわゆる早食いが習慣になっているという。女子学生でも、早食いが約 60%を占め、肥満度が高くなるに従って、早食いの速さを自覚する割合も増加する ¹⁹¹⁾. 多数の就業者の肥満と健康診断結果の検討 ¹⁹²⁾ では、早食いや多い 1 口量は、肥満による生活習慣病のリスク要因になることが示唆されている。また、30~60 歳代の過体重者は、摂食エネルギー量と咀嚼回数、飲水量、早食いとの間に相関が認められ、早食いによる少ない咀嚼回数と多い飲水量は、肥満の成因に深く関与することが示唆されている ¹⁹³⁾. さらに、通常咀嚼と 1 口で 50 回以上の多咀嚼とを比較した臨床研究 ¹⁹⁴⁾ では、多咀嚼は摂食エネルギー量を実に約 1/3 低減させることが明らかにされている

Metabolic syndrome や糖尿病は、血糖値を低下さ せるために多量のインスリンを必要とするインスリン抵 抗性を基盤とした肥満により惹起される^{182, 195)}. 動物 研究 196, 197) では、幼若期から軟性食餌を持続させると、 総血糖量は中・高齢期に有意な増加が認められ、若年期 からの軟性食咀嚼は、中高年期に糖尿病と同様な病態を 形成することが示唆されている。この軟性食餌により低 下した糖代謝能は、週齢が高くても、硬性食餌に変更す ると、低下しないことが確認されている¹⁹⁸⁾。また、別 の動物研究 199) では、軟性食餌に比較した硬性食餌は、 インスリン産生能の指標となる血漿 C-ペプチド濃度を 有意に上昇させ、インスリン分泌能を高めることが示唆 されている。実際に、ブドウ糖経口投与前の15分間の ガム咀嚼群とガム咀嚼なし群とを比較した臨床研究 200) では、血糖値と血中インスリン値は、両群ともにブドウ 糖投与30分後に最高値に達し、その後減少するが、そ の内容は咀嚼群のほうが咀嚼なし群よりも急速で有意に 大きく、咀嚼はインスリン分泌反応を早期に行い、血糖 値を早期に低下させることが示唆されている。 同時に、 血中 C-ペプチド濃度は、咀嚼群がブドウ糖投与 30 分 後に最大値に達し、その後低下したのに対し、咀嚼なし 群がブドウ糖投与60分後に相当遅れて最高値に達し、 その後わずかな低下に留まり推移したことから、不十分 な咀嚼は、インスリンの過剰分泌による肥満や過 食 ^{201, 202)} につながる可能性も示唆されている.さらに, ブドウ糖経口投与前の15分間のガムベースと糖入りガ ム咀嚼群と咀嚼なし群を検討した臨床研究²⁰³⁾では、咀 嚼なし群に比較した糖入りガム咀嚼群の血糖値と血漿イ ンスリン値は、ともに迅速に上昇し、下降も速かったが、

ガム間に有意差が認められず、総血漿インスリン量は、 ガム間に加え、糖入りガム咀嚼群と咀嚼なし群間に有意 差が認められなかったことから、糖代謝と内分泌の高進 は、ガム中の糖によるものではなく、主に咀嚼によるこ とが示唆されている。つまり、食事前の15分間程度の ガム咀嚼は、インスリン抵抗性がある糖尿病患者の治療 効果を向上させる。この咀嚼による抗糖尿病作用は、イ ンスリン分泌により脂肪組織から分泌されるレプチ ン179,181,205)の抵抗性を示すモデル動物研究²⁰⁴⁾でも確 認されている。

健常者の寿司咀嚼時の臨床研究²⁰⁶⁾では、早食いに比較した1口で40回以上の多咀嚼は、血糖値のピークを早めに生じ、速やかに減少させ、インスリン分泌を促進させることが示唆されている。また、栄養価がほぼ等しい米飯と粥とを比較した臨床研究²⁰⁷⁾では、咀嚼をしない粥摂取は、血糖値と血漿インスリン値を有意に上昇させることが確認されている。

このように、食文化に基づいた歯応えがある硬性食物を含む十分な咀嚼は、肥満による生活習慣病の抑制と改善にきわめて重要な役割を果すといえよう.

ちなみに、咀嚼指導を受けた小学生は、咀嚼回数が多く 190), また咀嚼回数を増加させる栄養指導を受けた女子学生は、体格、食習慣、咀嚼能力などを向上または改善する 208). 咀嚼指導に加え、具体的に簡便な咀嚼回数記録装置を用いて回数を認識させ、硬性大豆を含む給食を摂取させた小学生は、食習慣を健全化し、肥満を抑制する 209). また、継続できる肥満の治療法として、生理学的な食行動調節系を回復させ、認知の再構築を促す 1口で 30回の咀嚼法が提唱され 210), metabolic syndrome の予防・改善が報告されている 211).

なお、SAS は、metabolic syndrome との密接な関係が示唆されている ²¹²⁻²¹⁴⁾ ので、睡眠障害に注意しなければならない。

10. 運動機能の維持と向上

動物研究 ²¹⁵⁾ では、硬性食餌に比較した軟性食餌は、全身持久力の低下が認められ、軟性食咀嚼は、絶対的な筋量の減少や運動の高負荷などによる運動機能への影響が示唆されている。実際に、小学生の 10 年間の追跡調査 ²¹⁶⁾ では、咀嚼時の咬合力が弱いと、早食いの傾向にあり、逆に強いと、運動機能も優れており、また多数例の高齢者の調査 ^{217, 218)} では、咀嚼能力は加齢に伴って低下するが、良好であれば、開眼片足立ち時間(平衡機能)や握力は、有意に高いことが明らかにされている。これは、老人ホームの超高齢者でも同様である ²¹⁹⁾. これらは、運動の調節に関与する小脳や大脳基底核の線条

体が咀嚼により活性化することから理解できよう.

なお、咀嚼運動は、ヒラメ筋や前脛骨筋の筋伸張反射 を亢進させ、姿勢を安定させる作用を持つ²²⁰⁻²²²⁾.

11. 嚥下の安全な誘発と遂行

近年,嚥下機能の低下した要介護者や患者が増加し,誤嚥やそれに続く誤嚥性肺炎を回避するために,経管栄養法が採られてきたが,この方法は必ずしも誤嚥を防止できず²²³⁾,また臨床の現場では,適切に対応すれば相当数の患者で食物の経口摂取が可能であることも認識されている。もちろん,研究も進展し,嚥下における咀嚼とそれに伴う口腔感覚の大きな関与が明らかにされている²²⁴⁻²²⁶⁾.

嚥下は、口腔期、咽頭期、食道期で構成される(嚥下 3期)、咽頭期以降は反射性に制御され、一度反射が誘 発(嚥下誘発)されれば、その後の複雑な運動過程は、 脳幹の嚥下中枢により自動的に遂行される²²⁷⁾ 嚥下反 射を効果的に誘発するためには、食物を口に取り込む前 に視覚や嗅覚で確認すること、咀嚼により嚥下に適した 物性の食塊を形成し、口腔後方に移送しつつ、食塊の物 性を口腔内で確認することなどの一連の準備が円滑に遂 行されなければならない²²⁷⁾ この嚥下に先立つ感覚運 動制御には、大脳皮質感覚運動野が重要な役割をしてお り、嚥下にとって大脳皮質からの入力も必要不可欠であ る²²⁷⁾ fMRI や MEG (脳磁図計) を用いた嚥下の誘発 に先立ち活動する脳部位の観察²²⁸⁻²³⁰⁾では、島、前帯 状皮質,後帯状皮質,下前頭回,前運動皮質,前頭弁蓋, 感覚運動皮質などが確認されており、特に島、前帯状皮 質、後帯状皮質、下前頭回などの重要性が明らかにされ ている。形態学的にも、島は、嚥下に関連する運動前野、 体性感覚野、弁蓋、眼窩前頭皮質、前帯状皮質と相互に 線維連絡する^{231, 232)} とともに、皮質から嚥下中枢へ出 力を送る重要な部位として確認されている 233)

咀嚼による大脳皮質や島,さらに咀嚼に伴うおいしさの増強による報酬系の活性化は、既述の通りであるが、fMRIを用いた老若両者のガム咀嚼時の観察^{136,234)}では、島と弁蓋部の明確な活性化が認められている。また、脳卒中患者でしばしば認められる嚥下機能障害は、咀嚼機能の低下とそれに伴う唾液分泌の低下が一因となる可能性がある²³⁵⁾.さらに、口腔ケアは、不顕性誤嚥や誤嚥性肺炎を防止する^{236,237)}.臨床の現場では、嗜好食物摂取は、誤嚥の頻度を低下させることも知られており、嗜好食物による動機付けの効果やそれに伴う覚醒度の向上効果が見込まれることを鑑みると、生理学的な見地からは納得できよう。

このように、咀嚼とそれに伴うおいしさの増強は、嚥

下の安全な誘発と遂行にとって重要な作用を持つ、

12. 骨粗鬆化の抑制

骨粗鬆症は、高齢者特有の疾患であり、その顕著な徴 候は、下顎堤の著明な吸収として現れる^{238, 239)}ので、 歯科補綴臨床にとってきわめて重要である。

高齢動物研究 ²⁴⁰⁾ では、骨粗鬆化の指標である相対的 平均骨塩量は、加齢とともに減少するが、硬性食餌から 軟性食餌へ変更すると、著明な減少が認められ、軟性食 咀嚼による骨粗鬆化の促進が示唆されている。下顎骨や 大腿骨を検討した高齢動物研究 ^{241, 242)} でも、軟性食咀嚼による咀嚼系の力学的環境の変化や咀嚼機能の低下から骨粗鬆化を促進させる可能性が示唆されている。実際 に、75 歳以上の男性高齢者の骨密度は、独立して咀嚼の機能的問題と関連することが確認されている ²⁴³⁾. このような所見は、多数例の高齢者でも認められ ²¹⁸⁾, 咀嚼能力が低下するに従って、骨粗鬆化を進行させることが示唆されている.

13. 日常生活活動能力(ADL)と生活の質(QOL) の向ト

老人ホーム入居高齢者の ADL は、咀嚼能力が良好であれば、維持される傾向が認められている $^{219)}$. また、口腔 ADL は、ADL と密接に関連し $^{244)}$ 、咀嚼能力と ADL との間に有意な相関が認められている $^{245)}$. さらに、多数例の高齢者の調査 $^{218)}$ では、咀嚼能力が良好になるに従って、体重、握力、平衡機能、骨塩量が有意に高いことが呈示されており、多数例の超高齢者でも、硬性食咀嚼ができるに従って、ADL も向上することが報告されている $^{246)}$.

QOLも、多数例の高齢者の調査²¹⁷⁾では、咀嚼能力が良好であれば、体重、開眼片足時間、Quetelet 指数が有意に高い値を示し、向上につながることが示唆されている。都市部と山村部の高齢者の調査²⁴⁷⁾では、良好な咀嚼は、自ら満足する生活スタイルに改善し、QOLを向上させることが明らかにされている。また、高齢者の調査²⁴⁸⁾では、口腔の健康状態と QOL の向上との密接な関連が呈示されており、多数の調査²⁴⁹⁾でも同様なことが示唆されている。

高齢者の脳卒中の摂食・嚥下障害の原因の1つとして, うつ病やうつ状態が挙げられており²⁵⁰⁾,多数の75歳 以上の高齢者の調査²⁵¹⁾では,うつ傾向は食のQOLが 低くなるほど,高くなることが明らかにされている.近 年の精神障害に関するfMRIを用いた研究²⁵²⁾では,う つ病や不安障害は,咀嚼や嚥下にとって重要な前頭前野, 前帯状回,扁桃体などが深く関与することが観察されて いる. したがって、良好な咀嚼能力は、ADLやQOLの維持や向上にとって精神機能もきわめて重要であるといえよう. ただし、うつ病、うつ状態、不安障害などは、睡眠障害が大きく関与するので、注意しなければならない.

14 疼痛の緩和

軟性食餌から硬性食餌へ変更した動物研究²⁵³⁾では、 硬性食咀嚼は、慢性痛の緩和作用を持つことが示唆され ている。そのメカニズムとして、硬性食咀嚼時の感覚情 報の増加が下行性疼痛抑制系を賦活し、オピオイドの産 生を促して炎症時の疼痛を緩和すると説明されている。 実際に、20分間のガム咀嚼は、気分、覚醒、姿勢筋や 抗重力筋の増強に関与するセロトニン神経を活性化し、 特に橋の大縫線核セロトニン神経の活性化は、線維筋痛 症のような疼痛も緩和させることが報告されている ²⁵⁴⁻²⁵⁶⁾. ちなみに、咀嚼に伴う味覚、特に甘味は、抗 不安作用とともに、脳中にモルヒネ様物質を放出し²⁵⁷⁾、 鎮痛作用を持つ。なお、線維筋痛症は、ほとんどが睡眠 障害を合併している²⁵⁸⁾ので、注意しなければならない。

15. 家庭生活における学習場面の提供

近年,知的遅滞がなくても学習や集団行動などが困難な学習障害(LD),注意欠陥・多動性障害(ADHD),高機能自閉症,Asperger's syndromeなどの軽度広汎性発達障害の子供は、6%以上に昇り、教育や社会福祉の新たな課題とされている²⁵⁹⁾.この障害と診断された小学生は、大部分が対人関係の問題、それに準じて心身症と睡眠障害、約半数の学校不適応を合併しており、高学年から中学生になるに従って、さらに増加するため、医療と教育の両面からの対応に迫られている²⁶⁰⁾.

原因は、LDでは、遺伝的因子、脳損傷、妊娠中の母体の飲酒・喫煙、食品添加物、ADHDでは、遺伝的因子、ドーパミンやノルアドレナリンの代謝や前頭前野のワーキングメモリーの機能障害、幼若期のテレビの見過ぎ、食品添加物、精製糖、食物過敏やアレルギー、脂肪酸欠乏、高機能自閉症や Asperger's syndrome では、セロトニンを介して働く神経細胞の機能障害などが示唆されている ^{259, 261)}.

治療法は、厳密にはないといわれており、現行では主に対人関係の問題、情緒的障害、てんかん、多動性、衝動性、攻撃性、こだわり、うつ状態、引きこもり、不登校などの二次的な合併症の予防に主眼が置かれている²⁵⁹⁾. 薬物療法に代表される医学的治療は、ADHDのみで効果が認められているが、軽減に留まるので、家庭や学校における良き理解者のポジティブな教育・指導・

支援、特に親・家族の愛情と信頼が重要な鍵になるとい われている²⁵⁹⁾. すなわち,家庭は、食事や睡眠をとる 場であり、家族と寛ぎ、好きな遊びに興ずる場でもあり、 ある程度の我儘が許され、あるがままの自分を出せる場 でもあり (寛ぎの機能)、また食事の仕方や身辺の片づ けなどの自立に必要な基本的な能力を獲得するととも に、相手を思いやり、自分をコントロールしながら、生 活する対人関係の基礎を学ぶ場でもある(仕付けの機 能). この相反する2つの機能をバランスよく維持する ことが親・家族の役割とされている。家族と食卓を囲み 食事をすることは、咀嚼とそれに伴う風味の刺激が報酬 系に伝達されて快情動を発現する。快情動は、喜びや幸 福感,満足感・安心感・安全感を獲得し 13,63,262),適切 な対人関係を含む生活習慣や仕付けを学び、習得できる が、逆に不十分な咀嚼とそれに伴う味覚の問題は、回避 系に伝達され、不快情動を惹起し、恐れ、きれる、病的 気分, 睡眠時ブラキシズムの増大などにつながる ^{43,63)} 実際に、子供が対人関係の基礎や規範を学ぶ家族と食卓 を囲む頻度は、朝食の欠食や孤食の増加が示すように、 減少の一途を辿っており、問題を増大させている。東京 都と3近接県の小学生3.340名に食卓の絵を描かせた 臨床心理学的分析²⁶³⁾では、テレビが絵の中心で大きく、 家族がマークや記号で表現される傾向にあり、近年10 年間でコミュニケーション充実児が30%近く減少して 20%まで低下し、逆に対人関係貧困児が倍増して40% に達し、会話が乏しく対人関係の貧困化の深刻な進行が 浮彫にされている。この状況は、高校生でも同様であり、 朝食を必ずとることを含む3度の食事の適切な食生活 と学校適応生活との間に有意な相関、逆に不適切な食生 活は、不安定な精神状態、睡眠問題、規範意識の低下な どの学校不適応の傾向が認められている 264).

咀嚼とそれに伴う風味は,原因論にも言及でき,高機能自閉症や Asperger's syndrome の特徴的な症状の 1 つに幼児期の特定の臭と味のこだわりや偏食が挙げられている 259) ことからすると,朝食を欠食する妊婦の出産する低体重児の成人後の問題は,食品添加物,精製糖,脂肪酸欠乏などの味覚障害に関与する食物摂取や不十分な咀嚼による影響も推察できよう.また,ドーパミンやノルアドレナリンの代謝や前頭前野のワーキングメモリーの機能障害,セロトニンが関与する神経細胞の機能障害は,不十分な咀嚼が相当影響しているものと推察される.特に,読みや計算,創造,思考,意図,情報を元にした判断,情操などを司る前頭前野は,既述のように十分な咀嚼,朝食と早寝・早起きの習慣により活性化される.これは,小学5年生と中学2年生16,000名における授業科目のテスト成績と朝食の調査結果 265) が証左

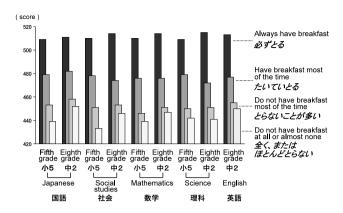


図 4 Breakfast and results of the test (n = 16,000) 朝食とテスト成績 (国立教育政策研究所,2005,改変図)

といえ、朝食を全くまたはほとんどとらない生徒は、成績がいずれの科目も最下位であるが、朝食を必ずとる生徒は、成績がいずれの科目も最高点を取る(図 4)

このように、家庭生活が家族と食卓を囲み十分な咀嚼とそれに伴う風味とともに学習することは、成長にきわめて重要であり、軽度広汎性発達障害の対応にも一翼を担う可能性があるといえよう.

16. その他

海馬の遺伝子を解析した老化促進動物研究²⁶⁶⁾では、軟性食餌は、スクレーピーマウスで発現する遺伝子群の高率な発現が認められ、軟性食咀嚼は、脳細胞の遺伝子発現に影響を及ぼすことが示唆されている。また、小・中・高生や看護学生の咀嚼習慣と視力の調査²⁶⁷⁾では、軟性食物摂取が多いと、視力も弱い傾向が認められ、軟性食咀嚼は、顔面筋力の低下を招き、水晶体の調節機能不全を惹起し、視力の低下を招くことが示唆されている。さらに、高齢者の咀嚼能力の低下は、繊維質の食物摂取を避けて嗜好性を変化させ、動脈硬化や全身疾患の発生リスクを高めることが報告されている²⁶⁸⁾

以上のことから、咀嚼とそれに伴う口腔感覚は、生命 の維持にとって多彩かつきわめて重要な作用を持つとい えよう.

V. ガム咀嚼による食物咀嚼の作用の代替

ガム咀嚼は、既述のように食物咀嚼の作用と同等また はそれに準じる作用を持ち、虚弱高齢者でも、長期応用 により唾液分泌を有意に増加させ、口腔の健康を増進さ せるので、食物咀嚼の作用を容易に代替できるといえよ う. もちろん、ガムは、嗜好食物とは異なり、重要な味 覚,特に風味による十分な作用を期待できないが,一般に市販されているガムは,甘味が添加されているので,ガム咀嚼は,食物咀嚼に準じる作用が望めるだろう.

ちなみに、ガム咀嚼は、逆流性食道炎の原因となる胃液の逆流を改善し 269 、また小児の胃手術後の消化管機能の回復を促進させる 270 ことなどが明らかにされている

なお、ガム咀嚼は、食事間に $10 \sim 20$ 分、 $3 \sim 4$ 回/日程度でよいが、糖尿病の治療効果の向上を望む場合には、食事前が好ましい 200.

VI. 咀嚼と脳血管障害や摂食・嚥下障害などの リハビリテーション

近年,脳卒中片麻痺のリハビリテーションとして促通 反復療法が注目され、特定の運動を繰り返すことにより, 運動に関連した神経回路の活性化と再建を期待するもの で,手指の伸展と屈曲動作の反復が機能改善を促進させ ると報告されている²⁷¹⁻²⁷⁴⁾.この神経学的な基盤は、 特定の神経回路を反復して活性化することにより回路に 可塑的な変化が生じる²⁷⁵⁾というもので,咀嚼をはじめ とする顔面口腔の運動の高い脳の活性化効果を鑑みる と,これらの運動の促通反復療法への応用は、着目に値 する.実際に、脳循環の賦活化は、咀嚼時のほうがハン ドグリップ訓練時よりも有意に促進される。また、筆者 ら²⁷⁶⁾の一次感覚運動野の観察では、ガム咀嚼時のほう が手指運動時よりも有意に高い脳の活性化効果が確認さ れており、ガム咀嚼は、脳血管障害のリハビリテーショ ンに有用な療法の1つになる可能性が示唆されている。

ただし、摂食・嚥下障害という重篤な障害を対象にし たリハビリテーションを考えるうえで、誤嚥の防止はき わめて重要であり、食物を使う直接訓練としての咀嚼は もちろんのこと、ガム咀嚼であっても、唾液分泌が促進 されるので、誤嚥のリスクを伴うことに注意しなければ ならない. この点を考えると, 舐める動作 ²³⁴⁾ や既述の 歯のタッピングやクレンチングのような咀嚼運動を構成 する運動単位としての種々の口腔運動は、脳の活性化効 果が咀嚼時よりも低いものの、食物を使わない間接訓練 としての価値があり、その脳の活性化効果は、検討に値 するだろう。特に、咀嚼は、歯列による粉砕のみならず、 舌による食塊の攪拌も重要であり²⁷⁷⁾,食物の物性によ っては、舌と口蓋で押しつぶすことでも遂行される²⁷⁸⁾ ことや、既述の舌運動による脳の老化のリハビリテーシ ョン効果などから、咀嚼の構成単位としての舌運動とそ れに伴う感覚刺激の脳の活性化効果に着目しなければな らない。事実、筆者ら²⁷⁹⁾ の一次感覚運動野の脳血流の 観察では、舌運動のみにより有意な増加が認められ、舌 運動の高い大脳皮質の活性化効果と老化や脳血管障害の リハビリテーションにおける有用性が示唆されている.

散歩や編み物なども脳の活性化を促すことは、いうまでもないが、加齢とともに体力や視力の低下などに加え、四肢の運動が困難となる。その点、咀嚼は、運動機能の低下が四肢と比較して軽微であり、栄養摂取という本能行動に基づいた運動である。すなわち、食物咀嚼とそれに伴う風味は、リハビリテーションの指示に基づいた義務的、強制的な動作とは異なり、家族とともに、おいしさ、楽しさ、幸福感、安心感などを生むという脳の報酬系を活性化でき、また持続させることも容易であり、脳の老化や脳血管障害のリハビリテーションにとって、自然かつ簡便に行えるきわめて重要な有用性が高い運動といえよう。もちろん、誤嚥のリスクを抱えた要介護者では、専門家による診断・リハビリテーションが必須であり²²⁷⁾、口腔ケア、次いで可能な舌運動や他の口腔運動、さらに食物咀嚼と徐々に進めることが肝要である。

VII 健康に必要な咀嚼の条件

健康に必要な咀嚼は、既述の咀嚼の作用をまとめると、 口腔感覚をより良く感じることが条件となる。第一に、 食物は、伝統的な食の文化に基づいた歯応えのある硬度 と風味を含み、可及的に食品添加物を避けた自然食材を 主にした家庭食、たとえばイカの刺身や丸焼き、キャベ ツ、ブロッコリー、ごぼう、油あげ、またはこれらが混 入した汁などが好ましい。第二に、咀嚼時の姿勢は、上 半身を直立した座位とする。ただし、重篤な全身疾患や 四肢が不自由な患者では、可能な範囲で徐々に正してい く. 第三に, 咀嚼回数 (または時間) は, 一口 (数~8g) で最低30回(約30秒)とし、可能な限り数10回以 上が望ましい。第四に、朝・昼・夕食は、必ずとり、そ の間隔を4~5時間以内とする。また、成長期の若年 者では、可能な限り家族で食卓を囲み、会話をする。第 五に、歯応えや風味の異なる食物をおいしく感じるよう な食経験を積むことも重要である。第六に、これらが充 足されない場合には、ガム咀嚼が部分的に補足または代 替できよう.

VⅢ 健康に必要な咀嚼を遂行するための 咀嚼システムの条件

健康に必要な咀嚼を遂行するためには、咀嚼機能の恒常性を維持する咀嚼システムが健全でなければならず 177 、具体的には、それを遂行できる歯、すなわち咬

合が前提条件となる ¹⁰⁷⁾. 特に、咀嚼システムの末梢効果器としての歯は、鋭敏な感覚器であるために、その感覚入力のいかんによりサブシステムである脳機能に影響を及ぼす ¹⁷⁷⁾.

上顎全臼歯を抜去した動物研究 280, 281) では、記憶保 持・再生能の有意な低下、受動回避再生試行の反応潜時 の有意な短縮, 海馬と線条体のドーパミン含有量や海馬 のグルタミン酸量の有意な減少などが認められ、歯の喪 失は、学習・記憶障害をきたすことが示唆されている。 上下顎全臼歯を抜去した成熟期から高齢期までの動物研 究²⁸²⁾ では、加齢による学習・記憶とアセチルコリン作 働性神経系の機能は、非抜去群でも低下傾向が認められ たが、抜去群では、さらに有意な低下が認められ、長期 的な歯の喪失は、病的な老化を修飾して認知症の危険因 子になることが示唆されている. 上顎大臼歯を抜去した Alzheimer 病モデル動物研究 ²⁸³⁾ でも,若年期の歯の 喪失による咀嚼感覚の減少は、 脳内ドーパミン神経系を 変化させ、早期の空間認知能力の低下を招き、海馬の老 化を促進させることが示唆されている。実際に、健常状 態を示す80歳以上の無歯顎者と20本以上の歯を有す る者の人工被験食品咀嚼時について、fMRI を用いた観 察²⁸⁴⁾ では、無歯顎者群で義歯を装着しないで咀嚼様運 動をさせると、咀嚼運動に重要な α-γ 連関の神経機構 が関与する大脳基底核と小脳の活動の低下が認められ、 歯の喪失による高次脳機能への影響が示唆されている。

上顎臼歯を抜去した動物研究 ²⁸⁵⁾ では、抜去数が増すに従って、空間学習記憶障害の程度の増大、海馬の錘体細胞数の減少傾向が認められ、喪失歯数の増加は、高次脳機能への影響を増大させることが示唆されている。事実、入院中の認知症患者の知的機能検査と行動観察尺度の検討 ²⁸⁶⁾ では、喪失歯数が増すに従って、Alzheimer型認知症の発現リスクは、有意に増大することが確認されている。55歳以上の住民 155名の MRI を用いた頭部 MRI 検査 ²⁵¹⁾ では、脳血管障害の危険因子となる無症候性脳血管障害の脳実質病変のラクナ梗塞と白質病変の有病率は、残存歯数が少なくなるに従って、高くなることが示唆されている。また、60歳以上の多数例の調査 ²⁸⁷⁾ では、残存歯数が多くなるに従って、認知能力も高くなり、両者間に有意な正の相関が認められている。

上顎臼歯のみ、下顎臼歯のみ、上下顎臼歯を抜去した 高齢動物研究²⁸⁸⁾では、上顎臼歯の抜去は、学習・記憶 障害の程度と海馬の錘体細胞の減少量が最も大きいこと が明らかにされている。

その他, 歯の喪失は, 高齢者の ADL に影響を及ぼすことが報告されている ²⁸⁹. 多数の高齢者の調査 ^{217, 218)}では, 残存歯数が半分以上または多いほど, 咀嚼能力も

良好な状態を示し、運動機能や骨密度も良好であり、 QOLも良好なことが確認されている。超高齢者でも、 ほぼ同様な結果が報告されている²⁹⁰⁾

歯の喪失による感覚入力の欠如と咬合支持の喪失によ る減少との差異について、上顎臼歯の抜去群と歯冠切除 群とを比較した動物研究²⁸⁰⁾では、抜去群は、迷路課題 の遂行障害の程度がより顕著であり、ドーパミン含有量 の有意な低下が海馬と線条体で認められ、遂行成績とド ーパミン、アセチルコリン含有量との間に相関が認めら れたのに対し、歯冠切除群は、ドーパミン含有量の低下 が海馬のみで認められ、遂行成績とドーパミン含有量と の間のみに相関が認められ、記憶保持・再生能に及ぼす 影響は、歯の喪失のほうが咬合支持の喪失よりも大きい ことが示唆されている。また、上顎臼歯の歯冠を切除し た高齢動物研究 291) では、迷路課題の遂行障害の進行、 海馬の CA1 領域のアセチルコリン濃度の低下と海馬の 錐体細胞数の減少が認められ、高齢者の咬合支持の喪失 は、空間記憶障害の危険因子の1つになることが示唆 されている。さらに、硬・軟性食餌群、全臼歯歯冠切除 群の3群間で比較した高齢動物研究 128) では、全臼歯歯 冠切除群は、受動的回避の反応潜時の短縮が顕著で、大 脳皮質と海馬のアセチルコリン濃度の有意な低下が認め られ、高齢者の広範な咬合支持の喪失は、記憶保持能の 低下を促進させることが示唆されている。 同様な3群 間で比較した別の高齢動物研究 129, 292) では、全臼歯歯 冠切除群は、海馬のアセチルコリン濃度の顕著な低下に 加え、きわめて重要な対角帯核と内側中隔のコリン作動 性ニューロン数の有意な減少が認められ、三叉神経系の 感覚入力の減少は、前脳基底部のコリン作動性ニューロ ンを脱落させ、海馬の錐体細胞にも悪影響を及ぼすこと が示唆されている。したがって、高次脳機能への影響は、 咬合支持の喪失が広範で持続すると、歯の喪失に匹敵し、 特に高齢者では、高次脳機能障害の危険因子の1つに なるといえよう、ちなみに、後二者の研究では、高次脳 機能に及ぼす影響は、軟性食餌群が全臼歯歯冠切除群に 同等もしくは近似する様相を示している。

咬合支持の喪失の影響は、他にも波及する。硬・軟食 餌群、全臼歯歯冠切除群を検討した動物研究¹⁵³⁾では、 歯冠切除群は、軟性食餌群とともに、副腎重量を増加さ せてストレスを惹起させ、抗ウィルス作用を発揮する NK 細胞活性を有意に低下させ、免疫機能に影響を及ぼ すことが示唆されている。また、同様な3群間で比較 した高齢動物研究²¹⁵⁾では、疲労困憊度を表す遊泳持続 時間、運動量を表す遊泳脂肪酸値は、いずれの群でも加 齢に伴う低下が認められたが、その程度が歯冠切除群で 著明であり、高齢者の広範囲な咬合支持の喪失は、全身 運動持久力の低下を促進させることが示唆されている. さらに、硬・軟性食餌群、全臼歯歯冠切除群、低カルシウム・ビタミン D 欠乏硬性食餌群、同欠乏全臼歯歯冠切除群間で比較した高齢動物研究 2420 では、いずれの群でも疲労困憊度を表す遊泳持続時間、運動強度と時間を表すクレアチンキナーゼ値、運動量を表す遊離脂肪酸値、下顎頭部と大腿骨の骨粗鬆化を表す骨塩量は、加齢による低下や減少傾向が認められたが、歯冠切除群は、低カルシウム・ビタミン欠乏歯冠切除群に次いで顕著な低下や減少が認められ、高齢者の広範囲な咬合支持の喪失は、全身持久性を低下させ、骨粗鬆化を促進させることが示唆されている。骨粗鬆化は、全臼歯歯冠を切除した別の高週齢動物研究 2410 では、下顎骨でも認められている。

おいしさの増強は、健康に必要な咀嚼を遂行できる歯とともに、唾液分泌の促進が前提条件となる ¹⁰⁷⁾. 定期的に切歯歯冠切除を続けた動物研究 ²⁹³⁾ では、顎下腺を肥大させ、唾液分泌を阻害することが確認されている.このような顎下腺の障害は、唾液分泌を阻害して唾液中の上皮成長因子 (EGF) の作用を抑制し、生殖機能にも影響を及ぼすことが強調されている ^{294, 295)}.

これらの知見から、咬合支持の喪失は、その範囲が大きくなるほど、影響も大きくなり、その程度も歯の喪失に同等もしくは近似するといえ、特に加齢に伴う老化を促進させると考えられる。また、全臼歯歯冠切除群に比較した軟性食餌群は、高次脳機能、免疫機能、運動機能、骨粗鬆化などに及ぼす影響がほぼ同等または近似する 128, 129, 153, 215, 240-242, 292)

歯根膜からの機械受容性感覚の喪失によるα-γ連関 の神経機構の破綻は、歯や咬合支持の喪失のみならず、 咬合問題により惹起される可能性も示唆されている²⁹⁶⁾ 上顎右側臼歯部に挙上量が 1~3 mm となる干渉を付 与した動物研究²⁹⁷⁾ では、血圧上昇が認められ、咬合干 渉は、交感神経系の活動亢進を惹起させることが示唆さ れている。また、上顎片側第一大臼歯咬合面に直径1 mm のワイヤーの干渉を付与した動物研究 ²⁹⁸⁾ では, 前 頭皮質のドーパミン放出量の増加が認められ、咬合干渉 は、情動に影響を及ぼすことが示唆されている。 同様に、 上顎左側第一大臼歯咬合面に厚さ 0.5 mm の干渉を付 与した動物研究²⁹⁹⁾でも、摂食後のドーパミン放出量の 有意な増加が認められ、咬合干渉は、不安障害を惹起さ せる可能性が示唆されている。さらに、上顎右側第一大 臼歯咬合面に直径 1 mm のビーズの干渉を付与した動 物研究 300, 301) では、脳内 c-fos RNA が観察され、咬合 干渉は身体的、情動的ストレスを惹起させることが示唆 されている. もちろん, 動物への極端な咬合干渉の付与 は、生命の維持に直接的に関与する咀嚼を侵害してパニ

ック状態を惹起するので、その影響を加味して考えなければならないだろう。

実際に、健常者の主咀嚼側の下顎第一大臼歯咬合面に 厚さ 0.5 mm の実験的咬合干渉を 24 時間付与した臨 床研究 302) では、指尖容積脈波高の変動係数の増加と心 電図R波の間隔の変動係数の減少が観察され、咬合干 渉は交感神経と副交感神経の両機能に影響を及ぼすこと が示唆されている。また、健常者の下顎右側第二大臼歯 咬合面に厚さ 0.1 mm の実験的咬合干渉を 1 週間付与 した臨床研究 303) では、咀嚼後の脳波のα波含有率の有 意な減少が認められ、情動に影響を及ぼすことが示唆さ れている. 同様に、健常者の下顎左側第一大臼歯咬合面 に厚さ 0.1 mm の実験的咬合干渉を 2 日間付与した臨 床研究 ³⁰⁴⁾ では、α波含有率の有意な減少とβ波含有率 の有意な増加が認められ、咬合干渉は不快情動を惹起さ せることが示唆されており、その発生源として、扁桃体、 視床、海馬、島付近が推定されている。さらに、健常者 の主咀嚼側の下顎第一大臼歯咬合面に厚さ 0.5 mm の 実験的咬合干渉を24時間付与した臨床研究305,306)では、 眼振と重心動揺の増加、聴性脳幹反応の各波ピーク潜時 の延長が認められ、平衡感覚と聴性脳幹反応に影響を及 ぼすことが示唆されている。具体的に、食生活や生活リ ズムが類似する全寮制の女子高生の臨床研究 307) では、 正常咬合群に比較した非正常咬合群は、食物摂取60分 後のインスリン抵抗性が有意に大きく、咬合問題は糖代 謝機能を低下させることが示唆されている。

このように、咬合問題は咀嚼の作用を阻害し、咀嚼機 能に影響を及ぼすと考えられるが、ここで注意しなけれ ばならないことは、前述の動物研究では、実験的咬合干 渉がきわめて大きいために、咀嚼の遂行不全による影響 が大きいことである。また、咬合干渉の形態も重要であ り、臨床経験的にも明らかな咬合干渉は、顎筋のコント ロールが働き、防御反応を生じるが、それが働かずに閉 口に至ってしまうようなわずかな咬合干渉は、咀嚼系に 重篤な影響を及ぼすと強調されている³⁰⁸⁾. 筆者の講座 の臨床研究³⁰⁹⁻³¹¹⁾でも、実験的咬合干渉による影響は、 厚さ 0.1 mm のほうが厚さ 0.5 mm よりも大きく, 臨 床的に見落しやすい歯を偏位させる水平的干渉のほうが 臨床的に検知しやすい垂直的干渉よりも大きいことが明 らかにされている。これは、0.1 mm 程度の歯の偏位に よる歯根膜からの機械受容性感覚が咀嚼筋の調節システ ムに関与し³¹²⁾、持続または過剰になると、閉口筋の過 緊張を生じる 313) ことから説明できよう。既述の筆者ら の厚さ 0.1 mm の実験的咬合干渉を付与した臨床研究 でも、SB が順次増大するに従って、歯の移動と下顎頭 偏位度, SA の発現頻度, 24 時間尿と起床時の血液によ

る精神内分泌反応の尿中・血中ホルモン値、咀嚼筋の圧痛レベル、睡眠構造の変化の程度、咀嚼系の機能障害症状の程度の順次増加または増大もほぼ一致し、これらの程度は、全般的に水平的干渉のほうが垂直的干渉よりも大きいことが確認されている 431. 同時に、レム睡眠は干渉付与後に順次減少したが、干渉除去直後に反跳的な増加が認められている 431. これらは、0.1 mm 以内の歯の偏位を生じる末梢性の持続的かつ侵害性の機械受容性感覚が上位脳を興奮させたといえ 451, 三叉神経を介した強い機械受容性感覚が大脳皮質から大脳辺縁系・視床下部、また島、さらに扁桃体へ入力され、不安、恐れ、きれる、不快情動、交感神経の活動亢進などとともに、SB を増大させたことを示している 48, 49, 63, 145, 252, 314-3161.

また、干渉付与後の下顎頭偏位量は、順次増加し、1 週間後に高度に有意な増加が認められている430ので、 持続する下顎頭偏位による三叉神経を介した侵害性刺激 の影響も考えなければならない。近年の臨床研究では、 下顎頭位は、健康であれば下顎窩で中心性を示すことで コンセンサスが得られているが、下顎頭偏位は、顎関節 後部の静脈叢に破壊的な影響を及ぼして下顎頭移動時の 関節腔の真空平衡を阻害し、内部障害を惹起すること、 または関節包の自律神経と知覚神経の線維の発見による 全身的かつ重篤な疾患の危険因子となる可能性などが示 唆されている⁶¹⁾. 前述の筆者らの臨床研究では、干渉 除去1週間後でも、全く付与前の状態に回復しなかっ た所見は下顎頭偏位であり、特に顎関節後部の破壊的な 影響が高度に有意であったことからすると、歯科補綴治 療の基点ともいえる下顎位は、きわめて重要であるとい えよう、さらに、下顎頭偏位量を三次元の各平面別にみ た下顎頭偏位の推移は、実験的咬合干渉付与1日以内 で著明であるが、以後修正され順応する傾向を示して横 ばい状態となり、その横ばい状態の起点で明らかな機能 障害症状の発現が認められた43,610. つまり、歯周組織 の微細な部分で完璧に健康なレベルに回復できない状態 が固定化された時点で症状が発現するので, 0.1 mm 程度の咬合干渉による影響を検討する際には、経日的か つ詳細な観察が必要である.

筆者ら 317, 318-320) は、独自に開発した咀嚼運動自動分析システム (KS プログラム;東京歯科販売社)を市販されている下顎運動記録装置: MKG (K6) に連結し、頭位を固定せずに眼耳平面を水平にしてリラックスした状態で軟化したガムまたは既述のグミゼリーを主咀嚼側で約20秒間咀嚼させて下顎切歯点の運動を自動記録し、運動リズムと運動経路の安定性を定量的に分析する咀嚼機能の客観的な診断法を提唱している。これは、開口・閉口・咬合相の各時間とサイクルタイムの平均と標準偏

差から算出した各変動係数、また各平均経路上の上下的 に10分割した各平均点の開閉口時の各水平方向と各垂 直方向の各標準偏差の平均を開口時側方成分、閉口時側 方成分, 垂直成分とし, これらを開口量で除算した各値 を前頭面と矢状面に投影した経路の重ね合せ図、その平 均経路、各平均点の標準偏差を自動表示し、総合評価と して運動リズムの安定性を表す4指標中3指標以上, 運動経路の安定性を表す3指標中2指標以上の基準値 内を健康として判定できる。これらの指標は、特異度、 敏感度ともに、94%であり、両者の統合指標を求めて 主成分分析を行うので、一層高い信頼性がある。この方 法による健常者の分析では、運動経路は食物に影響され ず、8種類に分類でき(図5)、咬頭嵌合位からスムー ズに開口し、その後作業側へ convex を呈して閉口す るパターン I と咬頭嵌合位から平衡側へ向って開口後, 作業側へ向い、その後 convex を呈して閉口するパタ ーン III の 2 種類に代表される。なお、パターン VIII はきわめて少なく、実質7種類に集約される。パター ン別にみた咀嚼運動の安定性、咬筋筋活動、咀嚼能率の 三者の総合評価による咀嚼機能は、典型的な犬歯誘導咬 合で現れるパターン I が最も良好であり、典型的なグル ープファンクション咬合で現れるパターン III がそれに 準じ,以下パターン II, V, IV, VI, VII, VIII の順に 低下することが確認されている(図5)、各パターンの 特徴は、軽く咬合接触させて咬頭嵌合位から下顎切歯点 を 2 mm 側方滑走させた時の厚さ 12.7 μ m のレジス トレイションストリップによる引抜試験で確認でき、パ ターン I は、平衡側の咬合接触が認められないのに対し、 他の不安定なパターンは、それが明確に認められ(図6)、 平衡側の接触歯数が増加するに従って、咀嚼機能の低下 度も大きくなることである。すなわち、臨床的に検知さ れにくい 10 数μ m 以下の微細な平衡側の咬合接触は, その数が増すに従って、咀嚼機能を順次低下させる。ま た, 平衡側に厚さ 0.1 mm の実験的咬合干渉を付与し た筆者ら 321) の臨床研究でも、パターン I 以外の不安定 なパターンの発現が認められている。したがって、平衡 側の 10 数 μ m ~ 0.1 mm 程度の微細な咬合接触は, 咀嚼機能を低下させる

言い換えると、歯科補綴臨床では、客観的な咀嚼機能と咬合機能の客観的な診断とともに、慎重かつ高度な専門技術が必要である。従来の経験的あるいは下顎限界運動論的に決定されている曖昧な咬合の基準は、見直さなければならず、健康な咀嚼運動を遂行でき、さらに異常機能運動、特に睡眠時ブラキシズムの増大、持続を惹起させないことが要件となろう。咬合の基点となる下顎位は、下顎頭が下顎窩で中心性を示す下顎頭安定位であ

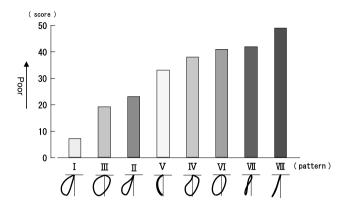


図 5 Quantitative evaluation of the masticatory function as seen from pattern of masticatory path Becomes poorer as the score becomes larger. 咀嚼運動経路のパターン別にみた咀嚼機能の定量的評価 咀嚼機能は、パターンが不安定になるに従って低下する.

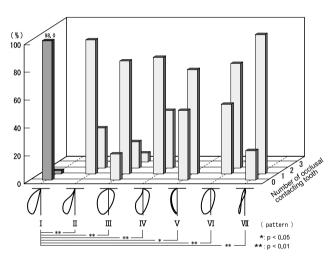


図 6 Number of occlusal contacting teeth and the frequency as seen from the pattern of masticatory path (n = 118)
 咀嚼運動経路のパターン別にみた平衡側の咬合接触 歯数とその発現率

る ^{61, 322-326)}. これは, 筆者らが提唱する顎関節部側方位 X 線規格写真の分析により診断でき ³²²⁻³²⁷⁾, 毎秒 3 回の頻度のタッピング(10 回)ポイントとゴシックアーチの観察により代替が可能である ^{324, 326)}. 垂直的顎位は, 筆者ら ^{323, 328)} の CCD カメラを用いた閉口時の前頭面と矢状面の顔貌の分析から, 健常者の解剖学的な平均指標として上下口唇の面積, 矢状鼻唇角, 口唇部と口角部の豊隆程度の観察による決定法を推奨できよう. 咬合様式は, 前述のように咀嚼運動の安定性が犬歯誘導咬合で明らかに良好であり, また各種食物咀嚼時の咀嚼

能率と咬筋・側頭筋の活動の敏捷性も、同様に犬歯誘導 咬合のほうがグループファンクション咬合よりも有意に 優ることが確認されている329,330,この犬歯誘導咬合は, 下顎切歯点を咬頭嵌合位から 2 mm 側方滑走させた咬 合位で構成しなければならない³¹⁷⁾ アンテリアガイダ ンスは、 顆路傾斜角と切歯路傾斜角との間に相関が認め られていない³³¹⁾ ので、多数例の解剖学的平均値を指標 として他の要素との間で調整する. 多数例の矢状顆路角 と矢状切歯路角の平均値 332, 333) とガム咀嚼時の運動経 路の閉口角334との関係を検討すると、矢状切歯路角は、 矢状顆路角の20数%増となる。また、側方切歯路角は、 明嚼時の運動経路の閉口角が45.2 ± 7.3°であり、睡眠 中の頭位の変化や睡眠時ブラキシズムに対応すべく、1 SD の上限の約53°にすると、矢状顆路角の約20%増と なり、これに側方切歯路角が矢状切歯路角よりも約10° 急傾斜を示す³³⁵⁾ことを加味すると、咀嚼運動が関与す る水平的に2 mm を超える側方切歯路角を矢状顆路角 の40数%増に移行させ、スムーズな凹曲面を形成すれ ばよいだろう³²³⁾ この凹曲面は、顎筋のコントロール に重要な働きをする³¹²⁾. 歯列の形態は, 舌運動に関連 した舌房を形成するので、きわめて重要であり、舌房を 侵害しないスムーズなU字形を開いた形が望まし l γ 31-37)

ちなみに、咬合湾曲度は、咀嚼機能が低下している TMD 患者 ³³⁶⁾ では有意に強い ³³⁷⁾ ので、上下顎歯槽堤間に中央部に半径 10 cm の円弧として設定すればよいだろう ³²³⁾. また、咬合平面角は、急傾斜が TMD の病因の 1 つになる可能性が示唆されている ³³⁸⁾. 健常者と TMD 患者とを比較した筆者ら ^{339,340)} の臨床研究でも、同様なことが示唆されている。健常者の矢状面角は約15°、前頭面でみた左右的な傾斜角は約2°以内である。最終的に、各要素の個人差は、全要素間で調整し、咬合を構成する.

無歯顎補綴の咬合は、後述の口腔感覚の重要性を考えれば、ニュートラルゾーン内に構成すべきであり、無咬頭人工歯の応用に代表される咬頭傾斜角が弱い咬合様式や Gerber のレデュースドオクルージョンが望ましい 341-344)

IX 歯科補綴治療による害われた咀嚼の作用の回復

歯科補綴治療による害われた咀嚼の作用の回復に関する知見は、いまだ十分とはいえないが、いくつかの報告がある。咬合治療は、前頭前野の代謝量を増加させてワーキングメモリー能力を有意に向上させ³⁴⁵⁾、また有床義歯補綴治療は、前頭前野の背側中央領域を活性化さ

せ³⁴⁶⁾, さらに高齢者でも、有床義歯補綴治療は、大脳 皮質の神経活動を活性化する³⁴⁷⁾ ことなどが報告されて いる

歯科補綴治療は、口腔の健康に関与する QOL を向上させ ³⁴⁸、高齢者の有床義歯補綴治療は、ADL や QOL の向上に寄与することが示唆されている ³⁴⁹)。QOL の向上は、高齢者の総義歯補綴治療でも認められており ³⁵⁰、同様に在宅高齢者の有床義歯補綴治療でも,意欲の増進が明らかにされている ³⁵¹⁾

その他、有床義歯補綴治療は、入院高齢者の免疫機能を向上させることが示唆されている ¹⁷⁶. これは、多数例の高齢者の歯科補綴治療が唾液分泌を促進させる ³⁵² ことから説明できるだろう.最近では、高齢者の総義歯補綴治療は、歩行速度と歩幅の有意な増加が認められ、運動機能を向上させることが示唆されている ³⁵³. ちなみに、有床義歯の使用は、要介護高齢者の体重を有意に増加させる ³⁵⁴ ことや認知症の高齢者の転倒を防止する ³⁵⁵ ことも示唆されている.

X. 今後の健康, 医療, 福祉の趨向と 日本補綴歯科学会に期待する検討

一般の健康、医療、福祉に対する関心がますます高ま っており、疾病を予防し、健康を維持・増進するという 医療の本来の目標が認識され、健康や福祉との間の境界 が明示できないものとして理解されるようになってい る. 一方, 近代西洋医学を主軸にした本邦の医療制度は, 科学を基盤として身体の障害除去に主眼を置き、身体を 臓器、組織、細胞と細分化して健康や疾患も細分化し過 ぎたために、複雑な身体の理解と健康や疾患の本質の把 握による全体性を喪失するという弊害を生じてい る ^{356, 357)}. この問題に対し、最近の医学研究では、脳 が随時末梢組織における代謝状態を把握して固体として の最適な代謝状態を作り出すべく、遠心性自律神経を介 し、全身の各臓器に指令を送っているという新しい概念 に基づく network medicine が提唱され、実際の典型 例として糖尿病の治療を可能にしている³⁵⁸⁻³⁶¹⁾。また, 近代西洋医学を主軸にした医療は、がんや AIDS など の難病に対する破壊的な薬剤の投与による影響、各種薬 剤の副作用の影響、高額な先端医療機器の使用による医 療経済の破綻的な状況、主な療法が侵襲性で非快適性な どの対応しきれない問題を抱えていることから、抜本的 な改革、すなわちヒトの精神や霊的なウェルネスも含め た全体的医学が必要とされ、ハーブ、生薬、マッサージ、 ヨーガ、鍼、気功などで知られているアーユルヴェーダ 医学、中国医学、ユナニ医学の三大伝統医学、ギリシャ

医学、ホメオパシー、オステオパシー、カイロプラクテ ィックなどを含めた相補・代替医療(complementary and alternative medicine) を近代西洋医学に広く組 み合せる統合医療 (integrative medicine) が提唱さ れている^{356, 357)} 相補・代替医療が再評価されている 医学的背景は、精神と身体の統一的な調節を目指す健康・ 予防を主にした全体的医学であり、各種薬剤の副作用の 緩和とともに自然治癒力(免疫力)の向上を図り、栄養・ 運動・休養などによるライフスタイルの改善などを重視 し,侵襲性や非快適性が少ないことである356 もちろん. これらを単に近代西洋医療に併せるのではなく、遺伝子 治療、再生医学、ロボット医学などの先端医学も含めて 実践する医療として、患者や健康生活者の積極的な関与 のもとで、個々のケースに合わせて最適にコーディネー トし、幅広く多角的な観察や検討を行う³⁵⁶⁾、実際に、 統合医療は、世界の最先端医療機関では、相当な比重で 採用され、がんを含む重篤疾患や難治疾患の治療に相当 な功を奏しており、経済的な波及効果も望めることが示 唆されている 356) さらに、近年の新しい医学と工学や 理学などとの密な連携による研究は、従来の近代西洋医 学では、未解決のままであった診断や治療を可能にして いる 362-364)

このような趨向を視点に今後の健康、医療、福祉を展 望すると、正しく生きがいにも配慮した健康長寿をいか に確保すべきかという課題に集約され、これを具現する ためには、咀嚼の作用とそれを不可分の形で協調して発 揮する咬合の役割が示しているように、 咀嚼機能の回復 とその維持が不可欠であり、歯科医学・歯科医療は、専 門領域として重大な責務と役割を担わなければならない といえよう、端的に言えば、今後の健康、医療、福祉は、 歯科医療との密な連携が必須である。具体的に行政施策 として実施されるためには、まず第一に、咀嚼機能の客 観的評価、すなわち科学的根拠に基づいた診断機器を含 む診断法の呈示が必要条件となる。既述の筆者らが開発 した咀嚼運動自動分析システム (KS プログラム)³¹⁷⁾ の 応用が例として挙げられよう。このような咀嚼機能の診 断に関する機器は、以前より日本補綴歯科学会で最も多 く報告されており、数 10 題以上に上る 1) が、残念なが らその標準化が行われていないのが現状である.これは, 日本補綴歯科学会が専門学会の責務として、早急に対応 すべきであろう.

同時に、歯科医療が今後の健康、医療、福祉で重要な 領域として参画するためには、十分な理解を得ることが 肝要であり、咀嚼機能に関する多くの不明確な部分や詳 細に加え、咀嚼機能と生体機能、特に脳機能、睡眠障害、 疼痛などとの関係について、歯科基礎医学と歯科臨床領 域との連携,これらと医学、栄養学、理学、工学などとの連携した研究を進め、必要な情報を社会に正しく伝達しなければならない。

特に、咀嚼の作用を不可分の形で協調して発揮する咬 合の回復とその維持を専門とする日本補綴歯科学会は、 健康な咀嚼機能を遂行できる咬合の基準を確立すべく. 鋭敏な口腔感覚を含めた神経生理学的研究を推進する必 要がある。もちろん、関連する詳細な歯科基礎医学的研 究も必要であろう。また、歯科補綴治療による咀嚼の各 作用の回復の範囲と程度に関する詳細な検討も推進すべ きであろう. 特に、急速な高齢化により中長期的に増加 し続けると推計されている³⁶⁵⁻³⁶⁷⁾ 有床義歯補綴治療に ついては、高齢者の咬合支持の回復により肺炎の高い危 険因子となる喉頭流入を抑制するという報告 ³⁵⁴⁾ のよう な咀嚼機能における末梢効果器としての有床義歯の作用 に関する早急な検討の推進が望まれる. また, 嚥下の安 全な誘発と遂行に関与する安静時の体性感覚における口 腔の機械受容性感覚 ³⁶⁸⁾ に加え、既述の歯列と舌房との 関係や舌運動などの重要性を考えれば、有床義歯は、咬 合支持のみならず、適正な舌房に適応する歯列と口腔の 周囲組織との安定した接触をする有床義歯形態が必須で ある。すなわち、従来の一般的な Gysi 理論に基づく模 型上の歯槽頂間線により歯列の位置を決定し、頬側の死 腔と舌房侵害を生じやすい術式を見直し、ニュートラル ゾーン³⁴¹⁻³⁴³⁾ に適応させなければならない。もちろん、 今後一層進行する高齢化とそれに伴う口腔や関連構造と 機能の加齢変化に対応できるニュートラルゾーンの神経 生理学的知見, それに適応する咬合様式 344 に関する咀 嚼機能とのより明確な関係の検討が必要であろう.

XI. おわりに

咀嚼機能における咀嚼と咬合の重要性に関する知見の あらましを述べ、今後の健康、医療、福祉の趨向を視点 に日本補綴歯科学会に期待する検討を考察した.

咀嚼と咬合の重要性は、単細胞から発し、生存を懸けて栄養素を摂取すべく、単細胞を連ねて囲い込むために腸管となり、その取り込み部分が最初の器官として口となり、以後視覚、さら嗅覚、聴覚などの器官を発し、これらの感覚器官を制御するために脳が必要になったヒトの進化の過程^{369,370)}からすれば、理解しやすいだろう。

今後,生命の維持に不可欠な咀嚼機能を専門領域とする歯科医学・歯科医療従事者は,重大な責務と役割を認識し,咀嚼機能に関する研究と臨床を進展させるべく真摯に努力,邁進されることを期待したい.

文 献

- 1) 小林義典. 健康科学における歯科補綴学を展望する. 第 100回日本補綴歯科学会記念大会出版委員会編. 健康科 学における歯科補綴学, 21世紀に目指すもの, 東京:日 本補綴歯科学会; 1999, 27-35.
- 2) 日本学術会議咬合学研究連絡委員会編. 日本学術会議咬合学研究連絡委員会報告, 咬合・咀嚼が創る健康長寿, 東京:日本学術会議咬合学研究連絡委員会; 2004.
- 3) ファストフード頼みの生活. 読売新聞 2010; 6月29日号: 17.
- 4) 添加物, 舌の感覚鈍る. 読売新聞 2010; 7月1日号: 19.
- 5) 朝食抜くやせ妊婦. 読売新聞 2010; 6月 30 日号: 15.
- 6) 幼児にサプリ. 産経新聞 2009; 7月7日号: 25.
- 7) 橘木俊韶,近藤克則. 医療者が認識すべき格差の影響, 経済格差が引き起こす健康格差. 医学界新聞 2007; 2718: 1-3.
- 8) うつ病 100 万人超す. 読売新聞 2009; 12 月 4 日号: 1.
- 9) うつ 100 万人、読売新聞 2010; 1月6日号: 32.
- 中村嘉男. 咀嚼運動の生理学,東京: 医歯薬出版;
 1999,74-134.
- 11) Squire LR, Bloom FE, Spitzer NC, editors. Fundamental neuroscience, 2nd ed., London: Academic Press; 2002, 753–766.
- 12) Kandel ER, Schwartz JH, Jessell TM. Principles of neural science, 4th ed., McGraw-Hill; 2000. 349–380, 982–996, 1227–1246.
- 13) 森本俊文,山田好秋編. 基礎歯科生理学,第5版,東京: 医歯薬出版;2008,271-278,357-377,404-420.
- 14) Morimoto T, Takada K, Hijiya H, Yasuda Y, Sakuda M. Changes in facial skin temperature associated with chewing efforts in man: A thermographic evaluation. Arch Oral Biol 1991; 36: 665–670.
- 15) 斉藤 滋. 咀嚼とメカノサイトロジー. 文部省特定研究 咀嚼システムの基礎的研究総括班編. 咀嚼システム入門, 東京」風人社; 1990, 115–129.
- 16) 香川芳子,柳沢幸江.子供の食物環境. 日本咀嚼学会編. 咬む効用,東京:日本教文社;1997,77-91.
- 17) 岸田典子, 津山裕子, 田頭弘子, 上村芳枝. 第 40 回日本栄養改善学会講演集, 仙台:日本栄養改善学会; 1993, 608-609.
- 18) 平成 17 年度国民健康・栄養調査結果の概要, 東京:健康局総務課生活習慣病対策室; 2005.
- 19) 猪子芳美,土田智子,将月紀子,清水公夫,森田修己. 大学および短期大学女子学生の食事に関する実態調査. 日咀嚼誌 2008; 18: 95–100.
- 20) 食と咀しゃくに対する実態等の調査委員会報告書, 東京: 日本学校保健会; 2010.
- 21) 堤 定美. 噛むことの大切さ. 読売ファミリー, 南版 2004; 2004 年 1 月 14 日号: 1.

- 22) 河村洋二郎. 歯科医のための臨床口腔生理学, 東京: 医 歯薬出版; 1959, 98–224.
- 23) 歯科医学大事典, 2, 東京:医歯薬出版;1987,840-841.
- 24) Grunstein R. Endocrine and metabolic disturbances in obstructive sleep apnea. In: Saunders NA, Sullivan CE, editors. Sleep and breathing, 2nd ed., New York: Marcel Dekker Inc.; 1994, 449–491.
- 25) 高橋清久編. 睡眠学, 眠りの科学・医歯薬学・社会学, 東京: じほう; 2003, 3-184.
- 26) 内山真編. 睡眠障害の対応と治療ガイドライン, 東京: じほう; 2006, 3-224.
- 27) 石塚洋一. 小児睡眠呼吸障害の診断と治療に関する今後の展望. 日耳鼻誌 2000; 103: 333.
- 28) 戸川 清. いびき・睡眠時無呼吸症候群. 日耳鼻誌 2000; 103: 332.
- 29) Katoh Y, Ansai T, Takehara T, Yamashita Y, Miyazaki H, Jenny J et al. A comparison of DAI scores and characteristics of occlusal traits in three ethnic groups of Asian origin. Int Dent J 1998; 48: 405–411.
- 30) Takahashi F, Abe A, Isobe Y, Aizawa Y, Hanada N. Assessment of malocclusion of Japanese junior high school pupils aged 12–13 years in Iwate prefecture according to the Dental Aesthetic Index (DAI). Asia Pac J Public Health 1995; 8: 81–84.
- 31) 山本 勇, 武田悦孝, 鈴木みちよ, 小林義典. 咀嚼系機 能障害に関する臨床的研究, 正常者に比較したディスク レパンシー. 歯学 1988; 76: 188–189.
- 32) 山本 勇, 鈴木みちよ, 武田悦孝, 小林義典. 咀嚼系機 能障害に関する臨床的研究, 正常者に比較したディスク レパンシー (その 2). 歯学 1988; 76: 849–850.
- 33) 山本 勇, 鈴木みちよ, 武田悦孝, 小林義典. 咀嚼系機 能障害に関する臨床的研究, 正常者に比較したディスク レパンシー (その3). 歯学 1988; 76: 536-537.
- 34) 小林義典, 芳賀景嗣, 加藤弘之, 児玉秀夫, 王 孝. 頭蓋下顎機能障害患者の歯列弓の形態, 第4報歯列の幅径に関する予備報告. 歯学1993; 81: 1119.
- 35) 宇佐美真弓, 芳賀景嗣, 児玉秀夫, 小林義典. 頭蓋下顎機能障害患者の歯列弓の形態, 第5報歯列の近遠心径. 歯学1994; 81: 1365.
- 36) 芳賀景嗣, 萩澤宏美, 小林義典. 頭蓋下顎機能障害患者 の歯列弓の形態, 第6報歯列の幅径と近遠心径. 日顎誌 1995; 7: 276.
- 37) 萩澤宏美, 秋山仁志, 三輪雅彦, 小林義典. 頭蓋下顎機 能障害患者の歯列弓の形態, 第7報水平面でみた舌房. 日顎誌 1996; 8: 297–298.
- 38) Wright CR, Swartz WH, Godwin WC. Mandibular denture stability, New concept, 1st ed., Ann Arbor: Overbeck; 1961, 22–36.
- 39) Singh BP, Berry DC. Occlusal changes following

- use of soft occlusal splints. J Prosthet Dent 1985; 54: 711–715.
- 40) 伊藤学而. 軟食に対する咀嚼システムの硬組織の適応. 文部省特定研究咀嚼システムの基礎研究総括班編. 咀嚼 システムの形成と適応, 東京: 風人社; 1988, 231.
- 41) 病の起源: NHK スペシャル, 4月14日 (http://www.nhk.or.jp/special), 2008.
- 42) 山田好秋. 口腔感覚が呼吸に及ぼす影響. 日本学術会議 咬合学研究連絡委員会編. 咬合と睡眠, 睡眠時無呼吸と の関わり, 東京:日本学術会議咬合学研究連絡委員会; 2002, 18-24.
- 43) 小林義典. 睡眠時ブラキシズムと睡眠時無呼吸. 顎機能 誌 2009; 15: 95–120.
- 44) 小林義典. 顎関節症と心理社会的因子. 心身医学 2010; 50: 719-724.
- 45) 三好清勝. 歯軋誘発機構に関する神経生理学的研究. 阪 大歯学誌 1968; 13: 381-387.
- 46) Satoh T, Harada Y. Tooth-grinding during sleep as arousal reaction. Experientia 1971; 27: 785–786.
- 47) Schärer P. Bruxism. Front Oral Physiol 1974; 1: 293–322.
- 48) Baldwin M, Frost LL, Wood CD. Investigation of the primate amygdala, movement of face and jaws. Neurology 1954; 4: 586–598.
- 49) Chapman WP, Schroeder HR, Geyer G, Brazier MAB, Fager C Poppen JL et al. Physiological evidence concerning importance of the amygdaloid nuclear region in the integration of circulatory function and emotion in man. Science 1954; 120: 949–950.
- 50) Lavigne GJ, Manzini C. Principles and practice of sleep medicine. In: Kryger MH, Roth T, Dement W, editors. Bruxism. Philadelphia: WB Saunders; 2000, 773–785.
- 51) 原田 洋, 長谷川信乃, 山田 賢, 西 英光, 田村康夫. 若年者における顎関節症状の発生頻度(第1報). 日顎 誌 2002; 14: 179–183.
- 52) Carlsson GE, Egermark L, Magnusson T. Predictors of signs and symptoms of temporomandibular disorders: a 20-year follow-up study from childhood to adulthood. Acta Odontol Scand 2002; 60: 180–185.
- 53) Carlsson GE, Egermark I, Magnusson T. Predictors of bruxism, other oral parafunctions, and tooth wear over a 20-year follow-up period. J Orofac Pain 2003; 17: 50–57.
- 54) Egermark I, Magnusson T, Carlsson GE. A 20-year follow-up of signs and symptoms of temporomandibular disorders and malocclusions in subjects with and without orthodontic treatment in childhood. Angle Orthod 2003; 73: 109–115.
- 55) Carlsson GE, Magnusson T, Egermark I.

- Prediction of demand for treatment of temporomandibular disorders based on a 20-year follow-up study. J Oral Rehabil 2004; 31: 511–517.
- 56) Magnusson T, Egermark I, Carlsson GE. A prospective investigation over two decades on signs and symptoms of temporomandibular disorders and associated variables. A final summary. Acta Odontol Scand 2005; 63: 99–109.
- 57) Egermark I, Carlsson GE, Magnusson T. A prospective long-term study of signs and symptoms of temporomandibular disorders in patients who received orthodontic treatment in childhood. Angle Orthod 2005; 75: 645–650.
- 58) Keeling SD, McGorray S, Wheeler TT, King GJ. Risk factors associated with temporomandibular joint sounds in children 6 to 12 years of age. Am J Orthodont Dentofac Orthop 1994; 105: 279–287.
- 59) 田中 繁. 不正咬合者の顆頭位に関する研究. 歯学 1985; 73: 390-419.
- 60) Rhoton AL Jr, O'leary JL, Ferguson JP. The trigeminal, facial, vagal, and glossopharyngeal nerves in the monkey. Arch Neurol 1966; 14: 530–540.
- 61) 小林義典. 顎関節症の咬合因子に関する最近の論点. 日本学術会議第 18 期咬合学研究連絡委員会編. 咬合と顎関節症, 咬合因子をどのように捉えるか, 東京:日本学術会議第 18 期咬合学研究連絡委員会; 2004, 5-15.
- 62) Selaimen CMP, Jeronymo JCM, Brilhante DP, Grossi ML. Sleep and depression as risk indicator for temporomandibular disorders in a cross-cultural perspective, A case-control study. Int J Prosthodont 2006; 19: 154–161.
- 63) 泰羅雅登. 脳のしくみ, 東京:池田書店; 2004, 16-187.
- 64) 山口成良. 睡眠中のからだと脳. こころの科学 1994; 54: 26-32.
- 65) 小林義典, 志賀 博, 秋山仁志, 荒川一郎, 横山正起, 児玉秀夫. 正常者と側頭下顎障害患者の夜間 REM 睡眠 と bruxism. 顎機能誌 2001; 7: 114–115.
- 66) 小林義典, 荒川一郎, 志賀 博, 横山正起, 渡邊篤士. TMD 患者の REM 睡眠と睡眠時 bruxism との関係. 日本歯科心身医学会創立 25 周年記念学術大会プログラム・抄録集, 東京:日本歯科心身医学会; 2010, 63.
- 67) 堀 礼子,松岡亜由子,前久保亜希子,山路浩加,山本敬子,加藤ちひろほか。閉塞性睡眠時無呼吸症候群(OSAS) 患者における眠気と抑うつ。日本睡眠学会第35回定期学術集会プログラム・抄録集,名古屋:日本睡眠学会;2010,220.
- 68) 加藤久美. 小児の睡眠・呼吸異常. 日本睡眠学会第 35 回定期学術集会プログラム・抄録集,名古屋:日本睡眠 学会;2010,112.

- 69) 千葉伸太郎. 小児閉塞性睡眠時無呼吸の診断. 日本睡眠 学会第 35 回定期学術集会プログラム・抄録集, 名古屋: 日本睡眠学会; 2010, 124.
- 70) 生きる意欲や学習能力の欠如, 睡眠障害主因の一つ. 教育医事新聞 2005; 4月 25 日号: 5.
- 71) 坂口勝義. 小児の睡眠障害およびブラキシズムとストレス, 呼吸消化器症状, 顎顔面形態との関連. 科学研究費補助金研究成果報告書, 基盤研究(C)(研究番号: 19592361), 2009.
- 72) 兼坂佳孝. 思春期の睡眠. 日本睡眠学会第 35 回定期学 術集会プログラム・抄録集, 名古屋:日本睡眠学会; 2010,139.
- 73) 宗澤岳史, 兼坂佳孝, 尾崎米厚, 神田秀幸, 簔輪眞澄, 鈴木健二ほか. 中学生・高校生を対象とした消灯後の携 帯電話使用と不眠症状に関する全国調査. 日本睡眠学会 第 35 回定期学術集会プログラム・抄録集, 名古屋:日 本睡眠学会; 2010, 286.
- 74) 高原 円, 諏訪幸子, 白川修一郎, 河合友輔, 小野塚實, 佐藤貞雄. 子どもにおける就寝前の課題が睡眠構造に及 ぼす影響. 日本睡眠学会第35回定期学術集会プログラム・ 抄録集, 名古屋: 日本睡眠学会; 2010, 186.
- 75) 関根道和. 子どものライフスタイルと心身の発達, 格差 社会の視点からみた睡眠問題と生活習慣病. 日本睡眠学 会第 35 回定期学術集会プログラム・抄録集, 名古屋: 日本睡眠学会; 2010, 88.
- 76) 姉川絵美子, 小鳥居望, 西野精治. 食物形状の違いによる咀嚼の変化がマウスの睡眠, 発育, 脳機能に及ぼす影響. 日本睡眠学会第 35 回定期学術集会プログラム・抄録集, 名古屋:日本睡眠学会; 2010, 174.
- 77) 船越正也. 顎口腔系機能の発達. 祖父江鎮雄, 長坂信夫, 中田 稔編, 新小児歯科学, 東京: 医歯薬出版; 2001, 64-74.
- 78) 川島隆太. 脳の働きと朝ごはん, 賢いこどもに育てるために. 日食育誌 2008; 2: 82-94.
- 79) Tenovuo JO 編著 (石川達也, 高江洲義矩監訳). Human saliva, Clinical chemistry and microbiology (唾液の科学. 東京:一世出版; 1998, 112-244.), 1989.
- 80) Edgar M, Dawes C, O'Mullance D 編著 (渡部 茂監訳, 稲葉大輔, 王 宝禮, 香西克之, 高橋信博, 田隈泰信, 廣瀬弥奈ほか共訳). Saliva and oral health (唾液, 歯と口腔の健康. 原著第3版, 東京: 医歯薬出版; 2008, 27-101.), 2004.
- 81) 柳沢幸江, 若林孝雄. 飯の物理的性状がでんぷんの消化・吸収速度に及ぼす影響, 第1報咀嚼によるでんぷん消化の要因分析. 日咀嚼誌 1991; 1: 45-52.
- 82) Hall HD, Schneyer CA. Salivary gland atrophy in rat induced by liquid diet. Proc Soc Exp Biol Med 1964; 117: 789–793.
- 83) 二ノ宮裕三,野村隆之,川村早苗,望月一道,花井一光. 口腔感覚情報の生体機能調節における役割. 日咀嚼誌 1993; 3: 3-10.

- 84) Davenport HW. Physiology of the digestive tract. Chicago: Year book medical publishers; 1977.
- 85) Naim M, Kare MR, Merritt AM. Effects of oral simulation on the cephalic phase of pancreatic exocrine secretion in dogs. Physiol Behav 1978; 20: 563–570.
- 86) Olsen PS, Poulsen SS, Kirkegaard P, Nexo E. Role of submandibular saliva and epidermal growth factor in gastric cytoprotection. Gastroenterology 1984; 87: 103–108.
- 87) Chaudhri O, Small C, Bloom S. Gastrointestinal hormones regulating appetite. Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci 2006; 361: 1187–1209.
- 88) 大村 裕, 坂田利家. 脳と食欲, 頭で食事をする, 東京: 共立出版; 1996, 147-149.
- 89) 河村洋二郎. 唾液. 東京医科歯科大学歯学部顎口腔総合 研究施設編, 咀しゃくの話, 東京:日本歯科評論社; 1983, 137-162.
- 90) 細井和雄. 咀嚼系の唾液腺生理活性因子に対する影響. 日咀嚼誌 1993; 3: 11-16.
- 91) 覚道幸男,船越正也,上羽隆夫,吉田 洋,杉村忠敬, 西川泰央, 唾液腺および唾液, 図説歯学生理学,第2版, 東京:学建書院;2003,346-371.
- 92) 森本俊文. 唾液. 渡辺 誠, 森本俊文, 妹尾輝明編, 目 でみる顎口腔の世界, 東京: 医歯薬出版; 1996, 46-47.
- 93) Kuhara T, Yamauchi K, Tamura Y, Okamura H. Oral administration of lactoferrin increases NK cell activity in mice via increased production of IL-18 and type I IFN in the small intestine. J Interferon Cytokine Res 2006; 26: 489–499.
- 94) Nishioka H, Nishi K, Kyokane K. Human saliva inactivates mutagenicity of carcinogens. Mutat Res 1981; 85: 323–333.
- 95) Nishioka H, Nishi K. Effect of human saliva and its components on mutagenicity of carcinogens. Sci and Eng Rev of Doshisha Univ 1981; 22: 62–71.
- 96) 西岡 一. だ液が発がん物質を失活する. 環境変異原研 究 1981; 3: 33-39.
- 97) 西岡 一, 布柴達男. ヒトだ液および血液の変異原不活 化とペルオキシダーゼ, カタラーゼ活性. 環境変異原研 究 1984; 6: 215–221.
- 98) 西岡 一. 発がんに関与する因子, 食品添加物と農薬の 発がん性とそのリスク. 綜合臨床 2006; 55: 512-519.
- 99) 西岡 一. 咀嚼はいかに大切か, 唾液の活性酸素消去作用の発見とその意義. 日咀嚼誌 2009; 19: 3-9.
- 100) Cohen S. Isolation of a mouse submaxillary gland protein accelerating incisor eruption and eyelid opening in the new-born animal. J Biol Chem 1962; 237: 1555–1562.
- 101) Gresik EW, Azmitia EC. Age related changes in NGF, EGF and protease in the granular

- convoluted tubules of the mouse submandibular gland. A morphological immunocytochemical study. J Gerontol 1980; 35: 520–524.
- 102) Watson AY, Anderson JK, Siminoski K, Mole JE, Murphy RA. Cellular and subcellular colocalization of nerve growth factor and epidermal growth factor in mouse submandibular glands. Anat Rec 1985; 213: 365–376.
- 103) Costigan DC, Guyda HJ, Posner BI. Free insulinlike growth factor I (IGF-I) and IGF-II in human saliva. J Clin Endocrinol Metab 1988; 66: 1014–1018.
- 104) 斉藤 滋. 噛めば噛むほど13の奇蹟, 東京:新講社; 1997, 79-82.
- 105) 栗原和幸. 食べれば、食物アレルギーは治る、True or wrong ? . 日小児アレルギー誌 2008; 22: 737–744.
- 106) Scott BJ, Bajaj J, Linden RW. The contribution of mechanoreceptive neurons in the gingival tissues to the masticatory-parotid salivary reflex in man. J Oral Rehabil 1999; 26: 791–797.
- 107) 山本 隆. 食と健康, おいしさの要因とそのしくみ. 野 首孝祠編. 咬合・咀嚼が創る健康長寿, 大阪: 大阪大学 出版; 2007, 138–147.
- 108) Polland KE, Higgins F, Orchardson R. Salivary flow rate and pH during prolonged gum chewing in humans. J Oral Rehabil 2003; 30: 861–865.
- 109) Mioche L, Bourdiol P, Monier S. Chewing behaviour and bolus formation during mastication of meat with different textures. Arch Oral Biol 2003; 48: 193–200.
- 110) Johnson DA, Cardenas HL. Effects of food mastication on rat parotid gland adrenergic and cholinergic cell surface receptors. Crit Rev Oral Biol Med 1993; 4: 591–597.
- 111) Ito K, Morikawa M, Inenaga K. The effect of food consistency and dehydration on reflex parotid and submandibular salivary secretion in conscious rats. Arch Oral Biol 2001; 46: 353–363.
- 112) 水木雄亮, 住野広明, 奥野典子, 山本 健, 子島 潤, 塩澤光一ほか. 実験的な唾液分泌量の減少が咀嚼時の食 塊物性変化に及ぼす影響. 日本咀嚼学会第21回学術大会プログラム・抄録集, 東京:日本咀嚼学会;2010,43.
- 113) Simons D, Brailsford SR, Kidd EAM, Beighton D. The effect of medicated chewing gums on oral health in frail older people, A 1-year clinical trial. J Am Geriatrics Soc 2002; 50: 1348–1353.
- 114) Sadoogh-Abasian F, Evered DF. Absorption of vitamin C from the human buccal cavity. Br J Nutr 1979; 42: 15–20.
- 115) 安田和人, 平岡真美, 横溝和宏. チューインガム中のビタミン C の吸収. 機器・試薬 2004; 27: 71-74.

- 116) 安田和人, 平岡真美, 横溝和宏. チューインガム中のビタミン C の吸収, 第 2 報単回と分割投与の比較. 機器・試薬 2004; 27: 211-214.
- 117) Nochi T, Takagi H, Yuki Y, Yang L, Masumura T, Mejima M et al. Rice-based mucosal vaccine as a global strategy for cold-chain- and needle-free vaccination. Proc Natl Acad Sci USA 2007; 104: 10986–10991.
- 118) 船越正也. 咀嚼と脳. 文部省特定研究「咀嚼システムの 基礎的研究」総括班編. 咀嚼システム入門, 東京: 風人 社; 1990, 211–224.
- 119) 船越正也,川村早苗,中島宏通,藤原秀樹,西川 有. 咀嚼機能と知能指数の相関について. 岐歯学誌 1987; 14: 17-29.
- 120) 船越正也, 川村早苗, 藤原秀樹, 硲 哲崇, 佐橋喜志夫. 咬合力と知能テストの関連性について. 岐歯学誌 1988; 15: 392-398.
- 121) 船越正也, 佐橋喜志夫. 咀嚼と学習効果. 日歯評論 1994; 620: 73-84.
- 122) Hebb DO, Williams K. A method of rating animal intelligence. J Gen Psychol 1946; 34: 59–65.
- 123) Funakoshi M, Kawamura S, Fujiwara H, Katsukawa H. Effects of mastication on post-natal development of brain. In: Kubota K, editor. Mechanobiological research on the masticatory system, Berlin: VEB Verlag fur Medizin und Biologie; 1989, 162–167.
- 124) Hanai K, Oomura Y, Kai Y, Nishikawa K, Shimizu N, Morita H et al. Central action of acidic fibroblast growth factor in feeding regulation. Am J Physiol 1989; 256: R217–R223.
- 125) Baird A, Esch F, Mormede P, Ueno N, Ling N, Bohlen P et al. Molecular characterization of fibroblast growth factor, Distribution and biological activities in various tissues. Recent Prog Horm Res 1986; 42: 143–205.
- 126) Sasaki K, Oomura Y, Li A, Hanai K, Tooyama I, Yagi H. Effects of acidic fibroblast growth factor (a-PGF) on passive avoidance and Moriss water maze tasks in rodents. Neuro Sc Res 1991; 16: S160.
- 127) 野村隆之. 上皮成長因子と線維芽細胞成長因子の血中および脳中への分泌とその摂食に伴う変化. 岐歯学誌 1993; 20: 60-77.
- 128) Makiura T, Ikeda Y, Hirai T, Terasawa H, Hamaue N, Minami M. Influence of diet and occlusal support on learning memory in rat, Behavioral and biochemical studies. Res Commun Mol Pathol Pharmacol 2000; 107: 269–277.
- 129) Terasawa H, Hirai T, Ninomiya T, Ikeda Y, Ishijima T, Yajima T et al. Influence of tooth-loss and concomitant masticatory alterations on

- cholinergic neurons in rats: Immunohistochemical and biochemical studies. Neurosci Res 2002; 43: 373–379.
- 130) Kushida S, Kimoto K, Hori N, Toyoda M, Karasawa N et al. Soft-diet feeding decreases dopamine release and impairs aversion learning in Alzheimer model rats. Neurosci Lett 2008; 439: 208–211.
- 131) 大野晃教, 堀 紀雄, 木本克彦, 豊田 實. 食物性状に よる咀嚼機能の変化が脳内酸化ストレスおよびドーパミ ン遊離量に与える影響. 日補綴会誌 2010; 2 (119 回特 別号): 97.
- 132) Kawanishi K, Koshino H, Toyoshita Y, Tanaka M, Hirai T. Effect of mastication on functional recoveries after permanent middle cerebral artery occlusion in rats. J Stroke Cerebrovasc Dis 2010; 19: 398–403.
- 133) Shinagawa H, Ono T, Honda E, Sasaki T, Taira M, Iriki A et al. Chewing-side preference is involved in differential cortical activation patterns during tongue movements after bilateral gum-chewing: a functional magnetic resonance imaging study. J Dent Res 2004; 83: 762–766.
- 134) Momose T, Nishikawa J, Watanabe T, Sasaki Y, Senda M, Kubota K et al. Effect of mastication on regional cerebral blood flow in humans examined by positron-emission tomography with ¹⁵O-labelled water and magnetic resonance imaging. Arch Oral Biol 1997; 42: 57–61.
- 135) Onozuka M, Fujita M, Watanabe K, Hirano Y, Niwa M, Nishiyama K et al. Mapping brain region activity during chewing: A functional magnetic resonance imaging study. J Dent Res 2002; 81: 743–746.
- 136) Onozuka M, Fujita M, Watanabe K, Hirano Y, Niwa M, Nishiyama K et al. Age-related changes in brain regional activity during chewing: A functional magnetic resonance imaging study. J Dent Res 2003; 82: 657–660.
- 137) 成田紀之,神谷和伸,川崎真護,松本敏彦. チューイン グガム咀嚼に関連する前頭前野の活動性. 顎機能誌 2009; 15: 154-155.
- 138) 川本翔一, 川畑政綱, 堀 紀雄, 青木宏道, 木本克彦. チューイングはワーキングメモリタスク遂行時の前頭前 野の賦活を促進する. 平成 22 年度日本補綴歯科学会西 関東支部学術大会プログラム・抄録集, 横須賀:日本補 綴歯科学会西関東支部; 2010, 41.
- 139) Hasegawa Y, Ono T, Hori K, Nokubi T. Influence of human jaw movement on cerebral blood flow. J Dent Res 2007; 86: 64–68.
- 140) Ono T, Hasegawa Y, Hori K, Nokubi T, Hamasaki T. Task-induced activation and

- hemispheric dominance in cerebral circulation during gum chewing. J Neurol 2007; 254: 1427–1432
- 141) Hasegawa Y, Ono T, Sakagami J, Hori K, Maeda Y, Hamasaki T et al. Influence of voluntary control of masticatory side and rhythm on cerebral hemodynamics. Clin Oral Invest 2011; 15: 113–118.
- 142) Takada T, Miyamoto T. A fronto-parietal network for cheewing of gum; a study on human subjects with functional magnetic resonance imaging. Neurosci Lett 2004; 360: 137–140.
- 143) Stoeckel MC, Weder B, Binkofski F, Buccino G, Shah NJ, Seitz RJ. A fronto-parietal circuit for tactile objective discrimination; an event-related fMRI study. Neuroimage 2003; 19: 1103–1114.
- 144) 紙屋克子. 経口摂取が意識回復過程に及ぼす効果. 口腔と全身の健康についての研究事業運営協議会監修. 口腔保健と全身的な健康, 東京:口腔保健協会; 1997, 60-63.
- 145) 中村嘉男. 咀嚼する脳, 東京: 医歯薬出版; 2005: 19-113.
- 146) Roger A, Rossi GF, Zirondoli A. Le role des afferences des nerfs craniens dans le maintien de l'étàt vigile de la preparation "encephale isole". Electorenceph Clin Neurophysiol 1956; 8: 1–13.
- 147) 田中 彰, 志賀 博, 小林義典. グミゼリー咀嚼時のグルコースの溶出量の分析による運動機能および咀嚼筋筋活動の定量的評価. 補綴誌 1994; 38: 1281-1294.
- 148) 志賀 博, 小林義典, 荒川一郎, 横山正起. 近赤外分光 装置 (NIRO300®) による脳内血流分析システムの開発. 顎機能誌 2004; 11: 7-13.
- 149) Shiga H, Kobayashi Y, Arakawa I, Yokoyama M, Unno M. Relationship between hardness of food and brain blood flow. J Dent Res 2005; 84(special issue B): 1523.
- 150) Kobayashi Y, Arakawa I, Shiga H, Yokoyama M. Relationship between brain blood flow and posture during chewing. J Dent Res 2006; 85(special issue B): 404.
- 151) Hirano Y, Obata T, Kashikura K, Nonaka H, Tachibana A, Ikehira H et al. Effects of chewing in working memory processing. Neurosci Lett 2008; 436: 189–192.
- 152) 岩崎一生, 越野 寿, 平井敏博. ラットにおける粉末飼料飼育の情報活動に及ぼす影響, 飼育飼料変更前後の自発運動量の測定. 日咀嚼誌 2008; 18: 29–36.
- 153) 池田和博, 平井敏博, 牧浦哲司, 寺澤秀朗, 石島 勉. ラットにおける咬合・咀嚼が脳・免疫系連関に及ぼす影響. 補綴誌 2000; 44 (104 回特別号): 118.
- 154) 田中真樹, 越野 寿, 岩崎一生, 横山雄一, 平井敏博. ラット飼育飼料形態の血液指標への影響. 補綴誌 2007;

- 51 (116 回特別号):75.
- 155) Ono Y, Kataoka T, Miyake S, Cheng SJ, Tachibana A, Sasaguri KI et al. Chewing ameliorates stress-induced suppression of hippocampal long-term potentiation. Neuroscience 2008; 154: 1352–1359.
- 156) 鈴木政登, 柴田柾樹, 佐藤吉永. チューインガム咀嚼時のエネルギー代謝および内分泌反応. 日咀嚼誌 1992; 2: 55–62.
- 157) Tahara Y, Sakurai K, Ando T. Influence of chewing and clenching on salivary cortisol levels as an indicator of stress. J Prosthodont 2007; 16: 129–135.
- 158) 山本 隆. 美の構造, なぜ「おいしいのか」, 東京: 講談 社; 2001.
- 159) Yamamoto T, Sako N, Maeda S. Effects of taste stimulation on beta-endorphin levels in rat cerebrospinal fluid and plasma. Physiol Behav 2000; 69: 345–350.
- 160) Rada P, Avena NM, Hoebel BG. Daily bingeing on sugar repeatedly releases dopamine in the accumbens shell. Neuroscience 2005; 134: 737–744.
- 161) Adam TC, Epel ES. Stress, eating and the reward system. Physiol Behav 2007; 91: 449–458.
- 162) Esch T, Kim JW, Stefano GB. Neurobiological implications of eating healthy. Neuro Endocrinol Lett 2006; 27: 21–33.
- 163) Cota D, Tschop MH, Horvath TL, Levine AS. Cannabinoids, opioids, and eating behavior: the molecular face of hedonism? Brain Res Brain Res Rev 2006; 51: 85–107.
- 164) 百瀬敏光,成田紀之,水口俊介,高橋美和子,小島良紀, 佐藤 誠ほか.ガム咀嚼時の内因性ドーパミン放出に関 する研究.日補綴会誌 2009;1 (118 回特別号):157.
- 165) Rowland NE, Antelman, SM. Stress-induced hyperphagia and obesity in rats: A possible model for understanding human obesity. Science 1976; 191: 310–312.
- 166) Giraudo SQ, Grace MK, Welch CC, Billington CJ, Levine AS. Naloxone's anorectic effect is dependent upon the relative palatability of food. Pharmacol Biochem Behav 1993; 46: 917–921.
- 167) Morinushi T, Matsumoto Y, Kawasaki H, Takigawa M. Effect on electroencephalogram of chewing flavored gum. Psychiatry Clin Neurosci 2000; 54: 645–651.
- 168) 舟越純治, 松尾浩一, 冲本公繪, 寺田善博. 咀嚼が脳機能に及ぼす影響と味覚付加による効果. 日咀嚼誌 2004; 14: 88-89.
- 169) 山本千珠子, 山本 隆. 味覚のストレス. 人間生活工学 2005; 6: 15-19.
- 170) Schiffman SS, Graham BG. Taste and smell

- perception affect appetite and immunity in the elderly. Eur J Clin Nutr 2000; 54 (Suppl 3): S54–S63.
- 171) Kobayashi Y, Mizuuchi K, Arakawa I, Yokoyama M, Nakajima K. The effect of taste of food on brain wave. 日顎誌 2007; 19: 98.
- 172) Shiga H, Kobayashi Y, Aarakawa I, Yokoyama M. Effect of taste on brain blood flow and masticatory movement. J Dent Res 2009; 88(special issue A): 2213.
- 173) 牧浦哲司,池田和博,平井敏博,越野 寿. ラットにおける飼育飼料性状の変更が神経内分泌系に及ぼす影響. 日咀嚼誌 2004; 14: 98–99.
- 174) 池田和博, 牧浦哲司, 平井敏博, 浜上尚也, 寺澤秀朗, 松実珠千ほか. ラットにおける固形資料飼育から粉末飼料飼育への変更が視床下部一下垂体一副腎皮質系 (HPA系) に及ぼす影響. 老年歯科 2003; 18: 255-256.
- 175) 池田和博, 平井敏博, 寺澤秀朗, 牧浦哲司, 石島 勉, 矢島俊彦ほか. ラットにおける咀嚼動態が脳・免疫系連関に及ぼす影響. 老年歯学 2002; 16: 452.
- 176) 伊藤博子、冲本公繒、寺田善博. 入院高齢者の義歯の有無が免疫学的検査に及ぼす影響. 補綴誌 1998; 42: 591-596.
- 177) 窪田金次郎, 李 孟修, 張 建明, 成田紀之, 保坂晃一郎, 園田義昭ほか. 咀嚼システムにおける感覚入力の役割とその意義. 口病誌 1988; 55: 269–282.
- 178) 川西克弥, 田中真樹, 鈴木裕仁, 豊下祥史, 横山雄一, 越野 寿ほか. ラットにおける咀嚼動態の変化が血清抗 酸化能とスーパーオキサイド産生能に及ぼす影響. 補綴 誌 2008; 52 (117 回特別号): 134.
- 179) 吉松博信. 脳と食欲抑制. 臨床糖尿病学, 内分泌・糖尿病科 2005; 20: 76–90.
- 180) Masaki T, Chiba S, Yasuda T, Noguchi H, Kakuma T, Watanabe T et al. Involvement of hypothalamic histamine H1 receptor in the regulation of feeding rhythm and obesity. Diabetes 2004; 53: 2250–2260.
- 181) Yoshimatsu H, Itateyama E, Kondou S, Tajima D, Himeno K, Hidaka S et al. Hypothalamic neuronal histamine as a target of leptin in feeding behavior. Diabetes 1999; 48: 2286–2291.
- 182) 下村伊一郎, 船橋 徹, 松沢佑次. 肥満の役割, アディポサイトカインの産生異常. 日内会誌 2004; 93: 655-661.
- 183) Fujise T, Yoshimatsu H, Kurokawa M, Oohara A, Kang M, Nakata M et al. Hypothalamic histamine modulates mastication and satiation in rats. Proc Soc Exp Biol Med 1998; 217: 228–234.
- 184) Fujise T, Yoshimatsu H, Kurokawa M, Fukagawa K, Nakata M, Sakata T. Food consistency modulates eating volume and speed through brain histamine in rat. Brain Res 1993; 32: 555–559.
- 185) Diamond P, Brondel L, LeBlanc J. Palatability

- and postprandial thermogenesis in dogs. Am J Physiol Endocrinol Metab 1985; 248: E75–E79.
- 186) Hill JO, DiGirolamo M, Heymsfield SB. Thermic effect of food after ingested versus tube-delivered meals. Am J Physiol 1985; 248(3 Pt 1): E370–E374.
- 187) Oka K, Sakuarae A, Fujise T, Yoshimatau H, Sakata T, Nakata M. Food texture differences affect energy metabolism in rats. J Dent Res 2003; 82: 491–494.
- 188) Remond D, Machebeuf M, Yven C, Buffiere C, Mioche L, Mosoni L et al. Postprandial whole-body protein metabolism after a meat meal is influenced by chewing efficiency in elderly subjects. Am J Clin Nutr 2007; 85: 1286–1292.
- 189) 小野晴美, 伊藤学而, 瀬戸山史郎. 肥満児における摂食 パターンと咬合発達に関する予備調査. 鹿児島大医誌 1990; 42: 101-108.
- 190) 赤尾登紀子,渡辺順子,浜野美代子,吉川利温. 児童の 咬合力と食行動,運動習慣,体型との関連についての検討. 小児保健研究 2004; 63: 619-625.
- 191) 松田秀人. 女子学生の咀嚼力と肥満との関連性. 栄養学誌 1996; 54: 79-85.
- 192) 武井典子,伊藤謙三,渋谷耕司,小笠原妙子,石井拓男. 就業者の食習慣と肥満と生活習慣病のリスク要因との関連性について、口腔衛生会誌 2001;51:702-703.
- 193) 中村丁次、細谷憲政、過体重者の摂食行動と身体活動状況に関する研究、栄養学雑誌 1986; 44: 69-78.
- 194) 石井拓男,柳沢幸江,折津政江,武井典子,小笠原妙子,村越倫明ほか.咀嚼と肥満の関連性に関する研究,咀嚼方法の違いによる食後の生化学検査の比較.平成15年度厚生労働科学研究費補助金:口腔保健と全身的な健康状態の関係について,分担研究報告書,東京:2004,345-349.
- 195) 山田信博. Metabolic syndrome: 診断と治療の進歩, 疾患概念, 歴史と疾患概念. 日内会誌 2004; 93: 635-641.
- 196) 橋本和佳,百合草誠,松田秀人,高田和夫,犬飼敏博, 土屋智昭ほか. 咀嚼が糖代謝に及ぼす影響,育成時の食 餌性状の違いによる検討. 日咀嚼誌 2007; 17: 52-59.
- 197) 橋本和佳,百合草誠,松田秀人,犬飼敏博,土屋智昭,吉田真琴ほか. 咀嚼と糖代謝に関する研究,ラット育成時の餌性状の違いによる検討. 愛院大歯誌 2007; 45: 225-231.
- 198) 足立 充, 橋本和佳, 藤正英樹, 百合草誠, 清水武藤, 内田あやほか. 食餌性状の変更が糖代謝に及ぼす影響. 日咀嚼誌 2010; 20: 146–147.
- 199) 百合草誠, 橋本和佳, 犬飼敏博, 藤正英樹, 土屋智昭, 吉田真琴ほか. 食餌性状とインスリン分泌能との関連について. 補綴誌 2008; 52 (117 回特別号): 133.
- 200) 橋本和佳, 松田秀人, 高田和夫, 吉田真琴, 高橋健太, 滝口俊男ほか. 咀嚼とインスリン分泌に関する研究, ガ

- ム咀嚼後の経口ブドウ糖負荷試験. 日咀嚼誌 2004; 14: 23-28.
- 201) Inoue S, Murase T. Increase of postheparin plasma-lipoprotein-lipase activity in ventromedial-hypothalamic obesity in rats. Int J Obes 1982; 6: 259–266.
- 202) Satoh S, Inoue S, Egawa M, Takamura Y, Murase T. Increased triglyceride secretion rate and hyperinsulinaemia in ventromedial hypothalamic lesioned rats in vivo. Acuta Endocrinol 1985; 110: 6–9.
- 203) 松田秀人, 橋本和佳, 百合草誠, 高田和夫. 咀嚼のインスリン分泌に及ぼす影響(第3報). 日咀嚼誌 2006; 16: 48-54.
- 204) Masaki T, Yoshimatsu H, Chiba S, Watanabe T, Sakata T. Central infusion of histamine reduces fat accumulation and upregulates UCP family in leptin-resistant obese mice. Diabetes 2001; 50: 376–384.
- 205) Hidaka S, Yoshimatsu H, Kondou S, Tsuruta Y, Oka K, Noguchi H et al. Chronic central leptin infusion restores hyperglycemia independently of food intake and insulin level in streptozotocininduced diabetic rats. FASEB J 2002; 16: 509–518.
- 206) 武井典子, 小笠原妙子, 伊藤謙三, 渋谷耕司, 柳沢幸江, 折津政江ほか. 咀嚼と肥満の関連性に関する研究, 咀嚼 方法の違いによる食後の生化学検査の比較. 口腔衛生会 誌 2003; 53: 474.
- 207) 内田あや, 松田秀人, 足立 充, 藤正英樹, 橋本和佳, 高田和夫. 咀嚼の有無が食後の血糖値と血漿インスリン に及ぼす影響. 日咀嚼誌 2010; 20: 178–179.
- 208) 今井久美子, 坂口早苗, 坂口武洋. 女子大学生の食習慣と咀嚼に対する検討. 日咀嚼誌 2010; 20: 154-155.
- 209) 安富和子. 小学校における咀嚼の意識を高めるための効果的な指導方法, カミカミマシーンを使って. 日咀嚼誌 2007; 17: 99–100.
- 210) 吉松博信, 坂田利家. 肥満症の行動療法. 日内会誌 2001; 90: 154-165.
- 211) 神崎夕貴,柳沢繁孝,田川俊郎,草間幹夫,花田信弘,安藤雄一ほか.一口30回咀嚼法がメタボリックシンドロームの予防・改善に貢献するか. 日咀嚼誌 2009; 19: 147-148.
- 212) 大竹一生,篠邉龍二郎,長谷川里佳,塩見利明.閉塞性 睡眠時無呼吸の日本人患者における耐糖能異常.日本睡 眠学会第 35 回定期学術集会プログラム・抄録集,名古屋: 日本睡眠学会; 2010, 142.
- 213) 赤星俊樹, 植松昭仁, 川原誠司, 桂 一仁, 蜂須賀久喜, 内山 真ほか. 糖代謝異常は OSAS の治療でどのように 改善しうるか. 日本睡眠学会第 35 回定期学術集会プロ グラム・抄録集, 名古屋:日本睡眠学会; 2010, 143.
- 214) 小柿里美, 大仁田美和, 後藤英隆, 大堀幸良, 福原 明, 赤木正彦ほか. メタボリックシンドロームと SAS との関

- 連について. 日本睡眠学会第35回定期学術集会プログラム・抄録集,名古屋:日本睡眠学会;2010,208.
- 215) 青木 聡, 武田秀勝, 平井敏博, 池田和博, 石島 勉, 矢嶋俊彦. 咀嚼機能が高週齢ラットの全身持久性に及ぼ す影響. 老年歯学 1995; 10: 128-135.
- 216) 高井重治,川上ちひろ. 学力と顎力. 口腔と全身の健康 についての研究事業運営協議会監修,口腔保健と全身的 な健康,東京:口腔保健協会;1997,120-124.
- 217) 永井晴美, 柴田 博, 芳賀 博, 上野満雄, 須山靖男, 安村誠司ほか. 地域老人における咀嚼能力の健康状態への影響. 日老医誌 1990; 27: 63-68.
- 218) 平野浩彦,石山直欣,渡辺郁馬,鈴木隆雄. 地域老年者の咀嚼能力および口腔内状況に関する研究,第2報,咀嚼能力と口腔内状況および身体状態との関連について. 老年歯学 1993; 7: 150-156.
- 219) 寺岡加代, 永井晴美, 柴田 博, 岡田昭五郎, 竹内孝仁. 高齢者における摂食機能の身体活動への影響. 口腔衛生 会誌 1992; 42: 2-6.
- 220) Miyahara T, Hagiya N, Ohyama T, Nakamura Y. Modulation of human soleus H reflex in association with voluntary clenching of the teeth. J Neurophysiol 1996; 76: 2033–2941.
- 221) Takada N, Miyahara T, Tanaka T, Ohyama T, Nakamura Y. Modulation of H reflex of pretibial muscles and reciprocal Ia inhibition of soleus muscle during voluntary teeth clenching in humans. J Neurophysiol 2000; 83: 2063–2070.
- 222) Takahashi T, Ueno T, Taniguchi H, Ohyama T, Nakamura Y. Modulation of H reflex of pretibial and soleus muscles during mastication in humans. Muscle Nerve 2001; 24: 1142–1148.
- 223) Peck A, Cohen CE, Mulvihill MN. Long-term enteral feeding of aged demanded nursing home patients. J Am Geriatr Soc 1990; 38: 1195–1198.
- 224) Thexton AJ, Crompton AW. The control of swallowing. In: Linden RWA, editor, The scientific basis of eating, Frontiers of Oral Biology, vol 9, Basel: Karger; 1998, 168–222.
- 225) Babaei A, Kern M, Antonik S, Mepani R, Ward BD, Li SJ et al. Enhancing effects of flavored nutritive stimuli on cortical swallowing network activity. Am J Physiol Gastrointest Liver Physiol 2010; 299: G422-G429.
- 226) Yamamura K, Kitagawa J, Kurose M, Sugino S, Takatsuji H, Mostafeezur RM et al. Neural mechanisms of swallowing and effects of taste and other stimuli on awallow initiation. Biol Pharm Bull 2010; 33: 1786–1790.
- 227) 山田好秋. 摂食嚥下のメカニズム. 東京: 医歯薬出版; 2004, 31-129.
- 228) Hamdy S, Mikulis DJ, Crawley A, Xue S, Lau H, Henry S et al. Cortical activation during human

- volitional swallowing: an event-related fMRI study. Am J Physiol 1999; 277: G219–G225.
- 229) Martin RE, Goodyear BG, Gati JS, Menon RS. Cerebral cortical representation of automatic and volitional swallowing in humans. J Neurophysiol 2001; 85: 938–950.
- 230) Watanabe Y, Abe S, Ishikawa T, Yamada Y, Yamane GY. Cortical regulation during the early stage of initiation of voluntary swallowing in humans. Dysphagia 2004; 19: 100–108.
- 231) Augustine JR. Circuitry and functional aspects of the insular lobe in primates including humans. Brain Res Rev 1996; 22: 229–244.
- 232) Mulak A, Kahane P, Hoffmann D, Minotti L, Bonaz B. Brain mapping of digestive sensations elicited by cortical electrical stimulations. Neurogastroenterol Motil 2008; 20: 588–596.
- 233) Martin RE, Kemppainen P, Masuda Y, Yao D, Murry GM, Sessle BJ. Features of cortically evoked swallowing in the awake primate (Macaca fascicularis). J Neurophysiol 1999; 82: 1529–1541.
- 234) 千田道雄,石山直欣,石井賢二,外山比南子,織田圭一, 百瀬敏光ほか.ポジトロンCTで測定した正常若年者と 高齢者の咀嚼時の局所脳血流の変化.日咀嚼誌 1992; 2: 49-54.
- 235) Kim IS, Han TR. Influence of mastication and salivation on swallowing in stroke patients. Arch Phys Med Rehabil 2005; 86: 1986–1990.
- 236) Watando A, Ebihara S, Ebihara T, Okazaki T, Takahashi H, Asada M et al. Daily oral care and cough reflex sensitivity in elderly nursing home patients. Chest 2004; 126: 1066–1070.
- 237) Yoneyama T, Yoshida M, Matsui T, Sasaki H. Oral care and pneumonia. Lancet 1999; 345: 515.
- 238) Daniell HW. Postmenopausal tooth loss, Contribution to edentulism by osteoporosis and cigarette smoking. Arch Intern Med 1983; 143: 1678–1682.
- 239) Hirai T, Ishijima T, Hashikawa Y, Yajima T. Osteoporosis and reduction of residual ridge in edentulous patients. J Prosthet Dent 1993; 69: 49–56.
- 240) 橋川美子. 加齢と咀嚼動態が高週齢ラット下顎頭に及ぼ す影響. 口病誌 1993; 60: 440-468.
- 241) 池田和博,平井敏博,矢嶋俊彦,金澤正昭,武田秀勝, 青木 聡ほか.加齢と咀嚼が高週齢ラット下顎骨骨塩量 に及ぼす影響. 老年歯学 1995; 10: 150–157.
- 242) 池田和博, 青木 聡, 平井敏博, 矢嶋俊彦, 武田秀勝, 橋川美子ほか. 加齢, 栄養, 飼育飼料形態および咬合支持が高週齢ラットの全身持久性と下顎骨および大腿骨骨塩量に及ぼす影響. 老年歯学 1998; 13: 8-22.
- 243) Laudisio A, Marzetti E, Antonica L, Settanni S,

- Georgakakis I, Bernabei R et al. Masticatory dysfunction is associated with osteoporosis in older men. J Clin Periodontol 2007; 34: 964–968.
- 244) 沖本公繪. 高齢者の咀嚼機能と全身状態との関連性. 口腔と全身の健康についての研究事業運営協議会監修, 口腔保健と全身的な健康, 東京: 口腔保健協会; 1997, 127-130.
- 245) 三浦宏子. 地域高齢者の咀嚼能力と生活活動能力との関連性. 口腔と全身の健康についての研究事業運営協議会 監修. 口腔保健と全身的な健康, 東京: 口腔保健協会; 1997, 131-133.
- 246) Takata Y, Ansai T, Soh I, Akifusa S, Sonoki K, Fujisawa K et al. Relationship between chewing ability and high-level functional capacity in an 80-year-old population in Japan. Gerodontology 2008; 25: 147–154.
- 247) Kobayashi K, Kanaya I, Machida Y. Influence of chewing ability on daily life of elderly people. 群馬パース学園短大紀要 2003; 5(2): 29–35.
- 248) Scutariu MM, Pacurariu C, Ursache M. Assessment of the correlation between quality of life and oral health using global self-evaluation in a group of elderly patients. Rev Med Chir Soc Med Nat Iasi 2007; 111: 763–767.
- 249) Gil-Montoya JA, Subira C, Ramon JM, Gonzalez-Moles MA. Oral health-related quality of life and nutritional status. J Public Health Dent 2008; 68: 88–93.
- 250) 藤島一郎₋ 脳卒中の摂食・嚥下障害₋ 東京:医歯薬出版; 1998, 1-18.
- 251) 渡邉 誠. 口腔機能と脳・精神機能の関連. 日歯医学会誌 2009; 28: 60-67.
- 252) 中尾智博, 吉浦 敬, 中谷江利子, 吉里千佳, 工藤明子, 多田恭子ほか. functional MRI を用いた強制障害の認知機能の測定. 脳と精神の医学 2003; 14: 249–259.
- 253) Ogawa A, Morimoto T, Hu JW, Tsuboi Y, Tashiro A, Noguchi K et al. Hard-food mastication suppresses complete Freund's adjuvant-induced nociception. Neuroscience 2003; 120: 1081–1092.
- 254) Mohri Y, Fumoto M, Sato-Suzuki I, Umino M, Arita H. Prolonged rhythmic gum chewing suppresses nociceptive response via serotonergic descending inhibitory pathway in humans. Pain 2005; 118: 35–42.
- 255) 有田秀穂、咀嚼・呼吸・歩行のリズム運動とセロトニン神経~疼痛との関係。第19回日本全身咬合学会学術大会プログラム・抄録集、東京:日本全身咬合学会;2009,18.
- 256) 有田秀穂. リズム運動がセロトニン神経系を活性化させる. 日本医事新報 2009; 4453: 38-42.
- 257) Blass EM, Hoffmeyer LB. Sucrose as an analgesic for newborn infants. Pediatrics 1991; 87: 215–

218.

- 258) 藤田宗久, 西多昌規, 土井永史, 諏訪 浩, 西岡久寿樹, 西川 徹. 線維筋痛症患者 39 名の PSG 所見, 日本睡眠 学会第 35 回定期学術集会プログラム・抄録集, 名古屋: 日本睡眠学会; 2010, 212.
- 259) 「児童心理」編集委員会編. LD・ADHD・自閉症・アスペルガー症候群,「気がかりな子」の理解と援助. 東京:金子書房; 2005, 1–157.
- 260) 沖 潤一. 学習障害 (LD)・注意欠陥多動障害 (ADHD), III. LD と ADHD に共通の諸問題, 心身症. 小児科診療 2002; 65: 971-974.
- 261) Schnoll R, Burshteyn D, Cea-Aravena J. Nutrition in the treatment of attention-deficit hyperactivity disorder, A neglected but important aspect. Appl Psychophysiol Biofeedback 2003; 28: 63–74.
- 262) 山田好秋. 摂食行動発現のしくみ. 健康咀嚼指導士研修会テキスト, 東京:日本咀嚼学会; 2004, 17-24.
- 263) 室田洋子. 会話の乏しい食卓の風景. 朝日新聞 2006; 8 月 22 日号: 27.
- 264) 西川路由紀子. 生活習慣病の予防はまず朝ごはんを食べること. 第21回保団連医療研究集会記録集,東京:全国保険医団体連合会; 2006, 51-54.
- 265) 朝食とテスト成績 平成 15 年度小・中学校教育課程実施状況調査結果の概要,東京:国立教育政策研究所教育課程研究センター;2005,24-26.
- 266) 安孫子宜光. Gene chip 応用による粉末食飼育マウス海 馬のトランスクリプトーム解析. 第19期第1回学会代 表演者によるシンポジウム講演抄録集, 東京:日本学術 会議咬合学研究連絡委員会; 2004, 6.
- 267) 島田彰夫. 咀嚼と視力. 日咀嚼誌 1992; 2: 19-25.
- 268) Walls AW, Steele JG, Sheiham A, Marcenes W, Moynihan PJ. Oral health and nutrition in older people. J Public Health Dent 2000; 60: 304–307.
- 269) Avidan B, Sonnenberg A, Schnell TG, Sontag SJ. Walking and chewing reduce postprandial acid reflux. Aliment Pharmacol Ther 2001; 15: 151–155.
- 270) Zhang Q, Zhao P. Influence of gum chewing on return of function after gastric abdominal surgery in children. Eur J Pediatr Surg 2008; 18: 44–46.
- 271) 鎌田克也,川平和美,野間知一,田中信行,衛藤誠二. 脳卒中片麻痺上肢に対する作業療法と促通反復療法併用 の効果.作業療法 2004; 23: 18-25.
- 272) 川平和美, 下堂薗恵. 脳卒中片麻痺患者への麻痺回復と 運動再学習を促進するリハビリテーション, 促通反復療 法とコンピュータ化訓練器機の開発について. バイオメカニズム会誌 2007; 31: 201-205.
- 273) 野間知一,鎌田克也,海 唯子,溜いずみ,衛藤誠二,下堂薗恵ほか.慢性期の脳卒中片麻痺上肢への促通反復療法の効果.総合リハ 2008; 36: 695-699.
- 274) 三谷俊史, 木佐俊郎, 酒井康生, 石田 徹, 小野惠司. 回復期脳卒中片麻痺に対する促通反復療法の効果. 総合

- リハ2010; 38: 165-170.
- 275) Nudo RJ, Milliken GW. Reorganization of representation in primary motor cortex following focal ischemic infarcts in adult squirrel monkeys. Neurophysiology 1996; 75: 2144–2149.
- 276) 志賀 博, 小林義典, 荒川一郎, 横山正起, 難波錬久. 咀嚼運動と身体運動における脳血流の変化. 日顎誌 2010; 22 (第23回大会特別号): 123.
- 277) Okada A, Honma M, Nomura Y, Yamada Y. Oral behavior from food intake until terminal swallow. Physiol Behav 2007; 90: 172–179.
- 278) Arai E, Yamada Y. Effect of the texture of food on the masticatory process. Jpn J Oral Biol 1993; 35: 312–322.
- 279) 志賀 博, 千葉家昌, 小林義典, 横山正起, 荒川一郎.舌運動時の脳血流. 補綴誌 2008; 52: 447.
- 280) 佐々木快輔. 臼歯の咬合支持の喪失がラットの高次脳機能に及ぼす影響, 臼歯抜歯と臼歯歯冠切除の違い. 補綴誌 2002; 46: 185–194.
- 281) 松野彰仁, 奥田恵司, 山本さつき, 佐久間泰司, 前田照太, 井上 宏. 臼歯喪失がラットの学習・記憶に及ぼす影響, 回避実験と脳内グルタミン酸の同時分析. 補綴誌 2007; 51 (116 回特別号):87.
- 282) 上田 実,加藤武司,字佐美雄司,鍋島俊隆。臼歯喪失がラットの学習記憶能力に及ぼす影響,脳内アセチルコリンと学習記憶能力の関連について。口腔と全身の健康についての研究事業運営協議会監修、口腔保健と全身的な健康,東京:口腔保健協会;1997,78-81.
- 283) 川畑政綱, 大野晃教, 川本翔一, 堀 紀雄, 青木宏道, 星 憲幸ほか. 若年期からの臼歯喪失が認知機能に与え る影響. 平成 22 年度日本補綴歯科学会西関東支部学術 大会プログラム・抄録集, 横須賀: 2010, 40.
- 284) 鳥谷 悠, 小林琢也, 鈴木哲也, 松村 豊, 久喜薫子, 野村太郎ほか. ヒトにおける歯の喪失が高次脳機能に及 ぼす影響. 日補綴会誌 2009; 1 (118 回特別号): 88.
- 285) 山崎薫子, 虫本栄子, 小林琢也, 田中久敏. ラット臼歯 喪失歯数の違いが高次脳機能に及ぼす影響, TrkB mRNA 評価. 補綴誌 2004; 48 (111 回特別号): 60.
- 286) 重冨俊雄, 浅野辰則, 加藤武司, 宇佐美雄司, 上田 実, 河野和彦. 口腔機能と老化に関する研究, 痴呆の危険要因に関する疫学的検討. 口科誌 1998; 47: 403-407.
- 287) Takata Y, Ansai T, Soh I, Sonoki K, Awano S, Hamasaki T et al. Cognitive function and number of teeth in a community-dwelling elderly population without dementia. J Oral Rehabil 2009; 36: 808–813.
- 288) 千葉 晃. 歯の喪失が高次脳機能に及ぼす影響に関する 行動学的、組織学的研究、補綴誌 1999; 43: 299-311.
- 289) McMillan AS, Wong MCM. Emotional effects of tooth loss in community-dwelling elderly people in Hong Kong. Int J Prosthodont 2004; 17: 172–176.
- 290) Hashimoto M, Yamanaka K, Shimosato T, Ozawa

- A, Takigawa T, Hidaka S et al. Oral health-related quality of life and nutritional status. Bull Tokyo Dent Coll 2006; 47: 37–43.
- 291) Onozuka M, Watanabe K, Mirbod SM, Ozono S, Nishiyama K, Karasawa N. Reduced mastication stimulates impairment of spatial memory and degeneration of hippocampal neurons in aged SAMP8 mice. Brain Res 1999; 826: 148–153.
- 292) 寺澤秀朗,池田和博,平井敏博,牧浦哲司,傳法佳恵, 浜上尚也ほか. 歯の喪失と粉末飼料飼育が海馬の acetylcholine に及ぼす影響. 補綴誌 2002; 46 (107 回特別号): 143.
- 293) Wells H, Zackin SJ, Goldhaber P, Munson PL. Increase in weight of the submandibular salivary glands of rats following periodic amputation of the erupted portion of the incisor teeth. Am J Physiol 1959; 196: 827–830.
- 294) Liu A, Flores C, Kinkead T, Carboni AA, Menon M, Seethalakshmi L. Effects of sialoadenectomy and epidermal growth factor on testicular function of sexually mature male mice. J Urol 1994; 152(2 Pt 1): 554–561.
- 295) Reyes ABV, Wakasugi N. Long-term influence of sialoadenectomy on reproductive performance of male mice. J Reprod Fertil 1995; 105: 279–285.
- 296) 姜 英男, 齋藤 充, 平井敏博. 咀嚼運動と脳機能. 歯 界展望 2003; 102: 405-416.
- 297) 今井英一, 吉野建二, 新谷明幸, 古屋良一, 川和忠治. 実験的咬合異常がラットの自律神経機能に及ぼす影響に ついて. 顎機能誌 1995; 1: 275-280.
- 298) 吉川洋史. 実験的咬合障害がラット前頭皮質ドーパミン 放出に及ぼす影響. 補綴誌 2000; 44: 284-291.
- 299) 山本さつき, 井上 宏. 咬合障害を与えたラットの前頭 皮質ドーパミン放出に対するジアゼパムの影響. 補綴誌 2003; 47: 282-291.
- 300) 虫本栄子, 小林琢也, 千葉 晃, 田中久敏, 宇月美和, 澤井高志. ラットにおける実験的咬合干渉が脳内 c-fos mRNA 発現に及ぼす影響, ストレスとの関係. 補綴誌 2004; 48: 173–182.
- 301) 小林琢也, 虫本栄子. 実験的咬合干渉が c-fos mRNA 発現に及ぼすラット脳内ストレス応答の経日変化. 補綴誌 2004; 48: 203-211.
- 302) 豊田將盟. 顎口腔系の状態と全身状態との関連に関する 研究,実験的咬合干渉が自律神経機能に及ぼす影響. 補 綴誌 1996; 40: 433-441.
- 303) 市川 大. 実験的早期接触による咀嚼系ならびに精神生 理学的応答とその脳波学的検討. 補綴誌 2001; 45: 305-314.
- 304) 豊田康夫, 虫本栄子. 実験的咬合干渉付与による情動反応の脳電位分布と Dipole の推定. 補綴誌 2004; 48: 183-192.
- 305) 石上惠一, 武田友孝, 青野 晃, 高山和比古, 横井里佳,

- 高橋伸尚ほか. 顎口腔系の状態と全身状態との関連に関する研究, V-1実験的咬合干渉が聴性脳幹反応に与える影響. 補綴誌 1991; 35: 477-484.
- 306) 小林義典, 松本敏彦, 石上惠一, 平井敏博. 咬合と全身 の機能との関係. 補綴誌 1996; 40: 1-23.
- 307) 橋本和佳,吉田真琴,武市卓郎,伊藤 裕,松田秀人, 高田和夫ほか. 咬合状態の違いが摂食時のインスリン分 泌に及ぼす影響. 日咀嚼誌 2001; 11: 81-85.
- 308) Dawson PE. Evaluation, diagnosis and treatment of occlusal problems. Saint Louis: Mosby Co; 1974, 80–107.
- 309) 遊佐秀顕. 咬合時の顎筋反射に関する筋電図学的研究. 歯学 1973; 61: 800-809.
- 310) 小林條太郎. 実験的咬合障害における顎筋反射の筋電図 学的研究. 歯学 1976; 64: 612-626.
- 311) 林 清平. 実験的咬合干渉が咀嚼系に与える影響. 歯学 1982; 70: 687-764.
- 312) Kloprogge MJGM. Reflex control of the jaw muscles by stimuli from receptors in the periodontal membrane. J Oral Rehabil 1975; 2: 259–272.
- 313) Funakoshi M, Amano N. Periodontal jaw muscle reflexes in the albino rat. J Dent Res 1974; 53: 598–605.
- 314) 鳥居鎖夫. 中枢神経機序, 視床下部と大脳辺縁系. 時実 利彦編, 生理学大系 V, 脳の生理学, 1 版, 東京: 医学 書院; 1967, 1031–1064.
- 315) 時実利彦. 大脳辺縁系. 時実利彦編, 生理学大系 V, 脳の生理学, 1版, 東京: 医学書院; 1967, 331-459.
- 316) 川原隆造, Wada JA. REM 睡眠遮断の猫扁桃核キンド リングに及ぼす効果. 脳波と筋電図 1983; 11: 176– 184.
- 317) 小林義典, 志賀 博, 荒川一郎, 横山正起, 咬合診断に おける下顎側方滑走運動時の顎位. 歯学 2009; 96 (春 季特別号): 158–166.
- 318) 渡邊篤士, 志賀 博, 小林義典, 横山正起, 荒川一郎. 閉口路の違いが咀嚼運動に及ぼす影響. 日咀嚼誌 2009; 19: 133-134.
- 319) 渡邊篤士, 志賀 博, 小林義典, 横山正起, 荒川一郎, 上濱 正. 咀嚼時の閉口路の違いからみた咀嚼筋筋活動. 日補綴会誌 2010; 2: E48.
- 320) 渡邊篤士,志賀 博,小林義典,横山正起,荒川一郎,中島邦久. 咀嚼運動時の閉口路の違いからみた側方咬合位の咬合接触状態. 日補綴会誌 2010; 2 (119 回特別号): 180.
- 321) 伊藤陽介, 志賀 博, 鳥居建吾, 小林義典. 実験的咬合 干渉が咀嚼運動に及ぼす影響, 第2報. 顎機能 1987; 5: 181-186.
- 322) 柳田澄子, 小林義典. 無咬頭人工歯を排列した治療義歯の下顎偏位修正効果. 歯学 1992; 80: 840-864.
- 323) 小林義典. 日常臨床で咬合をどのように治療すべきか. 北海道歯会誌 1994; 49: 7-20.

- 324) 大島雅樹, 田中 彰, 小林義典. ゴシックアーチ描記法 に関する臨床的研究, 無歯顎者のエイペクスとタッピン グポイントにおける下顎頭位の比較. 歯学 1997; 85: 140-153.
- 325) 小林義典. 無歯顎補綴における下顎位の診断と求め方. 日口腔健康医会誌 2002; 22: 380-393.
- 326) 小林義典,石川 忠,志賀 博,荒川一郎,横山正起, 児玉秀夫ほか. TMD 患者の保存療法による症状消退後 の下顎位. 補綴誌 2007; 51 (116 回特別号): 83.
- 327) 石川 忠, 小林義典. 顎関節部側方位 X 線規格写真による顆頭位の診断に関する臨床的研究. 歯学 1984; 72: 493–540.
- 328) 小林義典. 無歯顎補綴における顔貌, 咬合からみた回復 レベル. 歯科審美 1996; 8: 291-298.
- 329) 岩波行紀, 志賀 博, 小林義典. 咀嚼運動経路の代表的な2種類のパターン間で比較した下顎運動と咀嚼能率. 補綴誌2000; 44: 147-155.
- 330) 中島邦久, 志賀 博, 小林義典. 咀嚼運動経路のパターンの違いからみた各種食品咀嚼時の咀嚼筋筋活動. 補綴誌 1993; 37: 1246-1258.
- 331) 吉池邦寿, 横塚繁雄. 前方滑走運動における顆路, 歯牙路と中切歯歯冠形態の関連について, 3次元座標測定機による研究. 歯学 1993; 81: 1056-1081.
- 332) 小林義典, 林 清平, 小松義典, 中村泰司, 寺辺やよい. 咀嚼系機能障害の咬合に関する臨床的研究, 第1報前歯 被蓋度について. 歯学1979; 67: 244.
- 333) 児玉秀夫,望月 基,岡村健弘,小林義典. 咀嚼系の形態および機能に関する臨床調査,第5報咬合器の構成基準に関する項目について. 歯学1984;72:930-931.
- 334) 秋山仁志, 志賀 博, 小林義典. 咀嚼運動の機能的分析, 正常者における前頭面でみた切歯点の経路のパターン. 補綴誌; 35: 609-621.
- 335) 中野雅徳. 側方滑走運動における顆路と歯牙路に関する 研究. 補綴誌 1976; 19: 647-655.
- 336) 水内一恵, 志賀 博, 小林義典. 側頭下顎障害患者の咀嚼機能の客観的評価. 補綴誌; 50: 405-413.
- 337) 伊藤博子, 広島正樹, 瑞森崇弘, 宮内修平, 丸山剛郎. 下顎咬合彎曲と顎口腔機能異常の関連性に対する臨床的 研究. 顎機能 1991; 9: 119–122.
- 338) Mack PJ. A computer analysis of condylar movement as determined by cuspal guidances. J Prosthet Dent 1989; 61: 628–633.
- 339) Akiyama H, Shiga H, Kobayashi Y. Inclination of the occlusal plane of TMD patients in frontal view. J Dent Res 1998; 77 (Special issue): 862.
- 340) 秋山仁志, 小林義典, 志賀 博, 稲葉 仁. 頭蓋下顎障害患者の咬合平面の傾斜度. 日顎誌 2000; 12: 169.
- 341) Beresin VE, Schiesser FJ. (柳田尚三, 小林義典, 鳥居建吾訳). The Neutral zone in complete dentures, Principles and technique (ニュートラルゾーン総義歯学, その理論と実際. 第1版, 東京: 医歯薬出版; 1976, 1-183.), 1973.

- 342) Beresin VE, Schiesser FJ. The neutral zone in complete and partial dentures, 2nd ed., Saint Louis: The CV Mosby Company; 1978, 1–233.
- 343) 小林義典, 小松義典. 総義歯の総合的な筋圧形成印象. 日歯評論 1977; 422: 33-49.
- 344) 小林義典. 高齢者におけるフル・デンチャーの咬合. 歯 科ジャーナル 1989; 30: 577-597.
- 345) 澤口俊之. 咬合是正による脳機能の向上と効率化. 第18 回日本全身咬合学会学術大会プログラム・抄録集, 東京: 日本全身咬合学会; 2008, 17.
- 346) 神谷和伸,成田紀之,石井智浩,川崎真護,松本敏彦. 義歯装着による咀嚼時の前頭前野の活性局在に関する f-NIRS 研究. 日補綴会誌 2009; 1 (118 回特別号): 158.
- 347) Hosoi T, Morokuma M, Shibuya N, Yoneyama Y. Influence of denture treatment on brain function activity. Jpn Dent Sci Rev 2011; 47: 56–66.
- 348) John MT, Slade GD, Szentpetery A, Setz JM. Oral health-related quality of life in patients treated with fixed, removable, and complete dentures 1 month and 6 to 12 months after treatment. Int J Prosthodont 2004; 17: 503–511.
- 349) 内田昌範, 矢谷博文, 石垣尚一, 戸田雅裕, 森本兼嚢 補綴歯科治療による咬合回復が高齢者の QOL・ADL に 与えるインパクト. 補綴誌 2007; 51 (116 回特別号): 152.
- 350) 細井紀雄, 鶴本明久, 東條敏明. 高齢無歯顎患者の咀嚼機能回復が QOL に及ぼす影響. 平成 11 年度~平成 13 年度科学研究費補助金研究成果報告書, 横浜:鶴見大学; 2002.
- 351) 大峯道子, 平井敏博, 石島 勉, 越野 寿, 池田和博, 小西洋次ほか. 在宅高齢者に対する義歯補綴治療の効果. 補綴誌 1998; 42: 605-611.
- 352) 松田謙一, 池邉一典, 森居研太郎, 雨宮三起子, 和田誠大, 枦山智博ほか. 高齢者における咬合力と唾液分泌速度との関係. 補綴誌 2006; 50 (115 回特別号): 99.
- 353) 大久保舞,水口俊介,井上 実,菊池圭介,星野義人. 全部床義歯の装着が無歯顎者の身体機能に及ぼす影響. 日咀嚼誌 2010; 20: 134–135.
- 354) Kanehisa Y, Yosida M, Taji T, Akagawa H, Nakamura H. Body weight and serum albumin change after prosthodontic treatment among institutionalized elderly in a long-term care geriatric hospital. Community Dent Oral Epidemiol 2009; 37: 534–538.
- 355) Yoshida M, Morikawa H, Kanehisa Y, Taji T, Tsuga K, Akagawa Y. Functional dental occlusion may prevent falls in elderly individuals with dementia. J Am Geriat Soc 2005; 53: 1631–1632.
- 356) 日本統合医療学会編, 統合医療, 基礎と臨床, Revised edition 2007, Part 1, 基礎篇, 東京: ゾディアック;

- 2007, 10-202.
- 357) 日本統合医療学会編, 統合医療, 基礎と臨床, Revised edition 2007, Part 2, 臨床篇, 東京: ゾディアック; 2007, 10-283.
- 358) Uno K, Katagiri H, Yamada T, Ishigaki Y, Ogihara T, Imai J et al. Neuronal pathway from the liver modulates energy expenditure and systemic insulin sensitivity. Science 2006; 312: 1656–1659.
- 359) Katagiri H, Yamada T, Oka Y. Adiposity and cardiovascular disorders, Disturbance of the regulatory system consisting of humoral and neuronal signals. Circ Res 2007; 101: 27–39.
- 360) Imai J, Katagiri H, Yamada T, Ishigaki Y, Suzuki T, Kudo H et al. Regulation of pancreatic β cell mass by neuronal signals from the liver. Science 2008; 322: 1250–1254.
- 361) 岡 芳知. 神経系による臓器間代謝情報ネットワークと Network Medicine. 第18回日本全身咬合学会学術大 会プログラム・抄録集, 東京:日本全身咬合学会; 2008, 47.
- 362) 梅津光生. 早稲田大学と東京女子医科大学の連携. IDE (現代の高等教育) 2009; 508: 15-20.
- 363) 岡野光夫, 梅津光生. TWIns における実践と未来医学. 未来医学 2009; 24: 6–20.
- 364) 梅津光生. 東京女子医大-早稲田大学の医工連携の成果例, 体内埋込型人工心臓(EVAHEART)の開発と臨床応用. 東女医大誌 2009; 79: 90-95.
- 365) Douglass CW, Shih A, Ostry L. Will there be a need for complete dentures in the United States in 2020? J Prosthet Dent 2002; 87: 5–8.
- 366) Douglass CW, Watson AJ. Future needs for fixed and removable partial dentures in the United States. J Prosthet Dent 2002; 87: 9–14.
- 367) 金谷 貢, 渡辺孝一, 宮川 修. 高齢者および要援護高齢者にかかわるブリッジ数と有床義歯数の将来推計の試み. 補綴誌 2001; 45: 227-237.
- 368) Sessle BJ, Storey AT. Periodontal and facial influences on the laryngeal input to the brain stem of the cat. Archs Oral Biol 1972; 17: 1583–1595.
- 369) 後藤仁敏. 咀嚼の発生と進化. 井出吉信編. 咀嚼の事典, 東京:朝倉書店; 2007, 18-40.
- 370) 西原克成. 咬み合せと全身の関係. 日口腔健康医会誌 2000; 21: 164-186.

著者連絡先:小林 義典

〒 102-8159 東京都千代田区富士見 1-9-20 日本歯科大学

TEL: 03-3261-8311 FAX: 03-3261-8464

E-mail: y-kobaya@ndu.ac.jp

A Long Life Built by Mastication and Occlusion

Yoshinori Kobayashi, DDS, PhD

Department of Partial and Complete Denture, The Nippon Dental University School of Life Dentistry at Tokyo

Ann Jpn Prosthodont Soc 3: 189-219, 2011

ABSTRACT

Drastic changes in our society, such as the tendency to ingest large amounts of fast foods and supplements, which are soft in texture and require minimal chewing, and the habit of skipping breakfast have resulted in a serious impact on our health. On the other hand, recent studies confirm and/or suggest that sufficient mastication of chewy, tough, crunchy, and tasty foods leads to a promotion of mental and physical growth, activation and relaxation of the brain, diminishment of carcinogenicity of the carcinogens contained in the food, elimination of active oxygen, suppression of obesity, enhancement of the treatment efficacy of diabetes, improvement of motor function, suppression of osteoporosis, and rehabilitation effects on brain injuries and/or aging. Based on these conditions, the necessity of a healthy occlusion is emphasized. In consideration of the future of our health, medical care, and welfare, the recovery of masticatory function, which is the main goal of dental clinical treatment, is essential. Japan Prosthodontic Society, which has been advocating this idea, has a significant role and responsibility in this area. For the science-based administrative policy to be executed, establishing and demonstrating the diagnosis of the masticatory function and the promotion of closely coordinated researches with medicine, dietetics, pharmacology, and engineering along with clinical practice are essential. With its wide range of specialties, Japan Prosthodontic Society has a significant role in this scheme.

Key words

masticatory function, occlusion, health, medical care, welfare