

歯科技工で発生する粉塵が 歯科技工士の健康に及ぼす影響とその対策

五十嵐 雅子

明倫短期大学 歯科技工士学科

The Influence of Dust Arised from the Dental Engineering Processes on Dental Technicians' Health and Their Countermeasures

Masako Ikarashi

Department of Dental Technology, Meirin College

要旨：歯科学は近年、幾多の研究を重ね、修復物に高い精度と審美性を求めるようになり、修復物製作に多種多様な材料、器具が用いられるようになった。それに伴い、歯科技工室の作業環境に幾つかの問題が指摘されるようになってきた。ここでは、修復物製作過程の多くのステップで発生する粉塵問題に着目し、粉塵の身体への影響、歯科技工室での粉塵の発生状況、そしてその対策について述べる。

キーワード：粉塵、肺疾患、粉塵対策、歯科技工士の健康

Key words：Dust, Pneumonopathy, Countermeasures, Dental technicians' health

1. はじめに

歯の実質欠損および歯の欠損の修復は歯科医療の大部を占め、修復物の製作の多くは歯科技工士の手に委ねられている。

近時、歯科医療に関する多くの研究があって修復物に対する精度要求はますます厳しく¹⁾、また審美を主とする社会的要請も高まって歯科技工は急速に高度化した。そこで、歯科技工士は技術向上に努力すると同時に新技術の習得へと研鑽を重ねてきたが、随伴する技工環境の変化、あるいは、自身の健康への配慮という点ではいささかなおざりにしてきたきらいがある。歯科技工士は多種多様な材料と器具を使用し修復物を製作するが、その過程において各種の粉塵が発生し、その粉塵が健康を害することは十分に考えられる。また現状、多くの歯科技工士の職場環境として、粉塵に

相応の対策が十分とられていないことも事実である。

本稿では歯科技工士教育に携わる立場から、生涯にわたって歯科技工士を続ける上での健康管理の大切さを学生が理解し、将来の歯科技工士の職場環境の整備に関心をもつことを願って、歯科技工に伴って発生する粉塵問題を取り上げ、粉塵と健康との関係およびその対策について言及する。

2. 粉塵に対する生体防御の存在

人は活動の源であるエネルギーを得るために、細胞内で養分を燃焼するのに必要とされる酸素を体内に取り入れなくてはならない。その時、酸素は体内に蓄えておくことができないので、絶えず呼吸運動を行う必要がある。吸気によって肺胞に取り入れられた酸素は、肺胞内の毛細管壁を透過し、酸素分圧の変化に伴い肺胞気、動脈血および静脈血に拡散する。血中に溶け込んだ酸素は、赤血球ヘモグロビンと結合し酸化ヘモグロビンとなり組織細胞に運搬される。また、二酸化炭素も同様に血中に溶解されるがほとんどが肺胞中に放出され、胸郭の拡張と収縮によって体外へ排出される^{2, 3)}。このようにガス交換システムが備わっている肺胞は、呼気時で80ml、吸気時には120mlと非常に大きい表面積を有する^{4, 5)}ので、多量の空気を取り込むことができる。この時、異物が同時に吸入される可能性も高い。

吸い込まれた異物である粉塵は、鼻から咽頭、喉頭、気管支、最終的に、肺胞内に到達する。吸気の浄化の機能をもつ鼻は、外鼻孔の鼻毛では大きな粉塵を除去

し、鼻腔壁の粘膜に付着した粉塵は、多列線毛上皮の線毛による運動と杯細胞が分泌する粘液によって外へ排出される。咽頭には感染防止の働きをもつ咽頭扁桃があり、気管、気管支には鼻腔壁の粘膜と同様の機能がある³⁾。このような関門を通過した粉塵が肺の末端の肺胞内に達した時は、食作用をもつマクロファージ^{3, 6, 7)}と好中球³⁾が、粉塵の粒子を取り込み酵素により消化し、分泌物とともに排出する^{3, 5)}。このように生体には生体防御が存在し、粉塵は容易には組織内に侵入できない機構となっている。しかし、歯科技工作業で発生する不溶性、難溶性物質の粉塵は、消化されことなく肺胞の間質に沈着し、その毒性あるいは物理的刺激によりマクロファージと好中球を壊死させることがある。このように不溶性、難溶性物質の粉塵は肺疾患の病因になることがある。

3. 歯科技工作業において肺疾患を惹起する粉塵の有害性因子について

生体には粉塵に対する生体防御が備わっているが、肺胞内に吸引された不溶性、難溶性の粉塵粒子は体外に排出されことなく肺胞の上皮を破壊し、その間質に沈着する。沈着した粉塵粒子はマクロファージと好中球の酵素によって消化されことなく、ファゴリソゾーム⁷⁾の膜を損傷する。その際に放出された消化酵素がマクロファージと好中球を壊死させ、線維芽細胞を刺激して線維組織の増殖を誘発し、肺機能を低下させる。さらに、粉塵粒子の大きさ、粒子の化学的性状、濃度が生体防御に影響を与える因子であることも報告されている^{4, 5)}。

生体に影響を与える粉塵のうち、その粒子径で $5.00 \sim 7.07 \mu\text{m}$ のものは咽喉や気管支の上皮表面の線毛運動によって95%近くが除かれる。しかし、 $5.00 \mu\text{m}$ 以下の微細粉塵は肺胞にまで到達して毒性を発現する可能性がある(図1)^{4, 8)}。木本ら⁴⁾の被研磨体の切削時の粉塵分析の結果は、総粉塵中に含まれる $5.00 \mu\text{m}$ 以下の粒子数は超硬石膏をカーバイドバーで切削した場合に93.8%、ポーセレンをカーボランダムで切削した場合に94.6%、Ni-Cr合金をカーボランダムで切削した場合に55.1%になることを示している。歯科技工で使用頻度が高い石膏とポーセレンが高い値を示すことから、歯科材料の切削粉塵の大部分は気管支や肺胞に影響を与える大きさの粒子であるということになる。

木本ら⁸⁾の単位時間の発生量からみた粉塵毒性の研究では、個人暴露濃度が各修復物により異なる。すなわち、ピエゾバランス粉塵計(3511-日本科学工業)を使用し、各作業工程において作業点から測定点の距離をマイクロエンジンから15cm、高速レーズから15cm、電気レーズから45cm、サンドブラスターのガラス面から10cm、高周波鑄造機から45cm、鑄造時のブローパイ

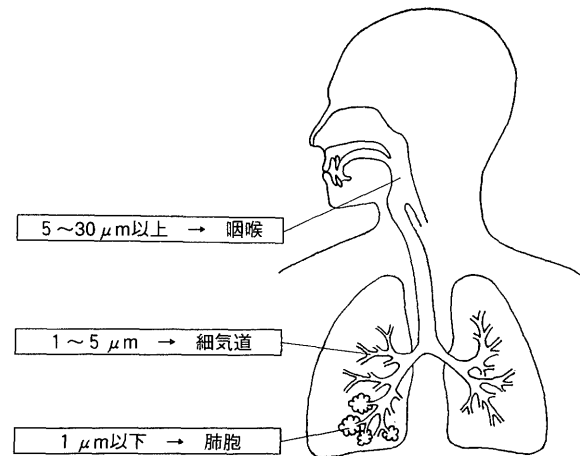


図1. 吸い込まれた粉塵粒子の沈着部位とその粒子径

プから45cm、鑄付け時のブローパイプから20cmと定めて測定、分析を行いその結果、クラウンの技工では、マイクロエンジンとカーバイドバーでの模型のトリミング時が $3.91\text{mg}/\text{m}^3$ と発生する粉塵量(発塵量)が最も大きい。また、高周波鑄造機でNi-Cr合金20gを溶解したときの鑄造ヒュームも $2.68\text{mg}/\text{m}^3$ と、クラウン技工での全作業工程からみて高濃度となっていた。

総義歯の技工では模型のトリミング時を除いて高濃度を示す作業はみられず、レーズでの硬毛ブラシと磨き砂、および布バフなどは比較的低濃度であった。その理由として磨き砂は通常、水分を含ませて使用すること、また電気レーズの作業は直立して行うために作業点から測定点までの距離が大きいためと考えられる。

鑄造の作業ではトーチ式(天然ガス+酸素)溶解、電気抵抗式(圧迫吸引式)溶解、高周波誘導加熱での溶解方法で測定した鑄造ヒュームの粉塵量は、トーチ式溶解の $1.70\text{mg}/\text{m}^3$ より高周波鑄造機を使用して焼付用Ni-Cr合金を鑄造した時の方が $3.08\text{mg}/\text{m}^3$ とはるかに高濃度であった。これに比べ、タイプIV金合金と金銀パラジウム合金を電気抵抗式(圧迫吸引式)溶解で鑄造した時は0.50, $0.45\text{mg}/\text{m}^3$ と低濃度となっていた。

鑄付け操作では圧搾空気用トーチと酸素用トーチを使用して測定した結果、酸素用トーチを使用したCo-Cr合金鑄の鑄付けは $1.80\text{mg}/\text{m}^3$ で、圧搾空気用トーチを使用した14K鑄と金銀パラジウム合金鑄を使用した時より高濃度となっていた。

メタルボンドポーセレン技工では他の技工作業より工程は多いが、ポーセレン切削時の濃度はカーボランダムポイント使用時には $0.63\text{mg}/\text{m}^3$ 、ダイヤモンドポイント使用時には $0.54\text{mg}/\text{m}^3$ 、シリコンポイント使用時には $0.23\text{mg}/\text{m}^3$ と模型のトリミング、鑄造ヒューム、ペンシルブラスターなどの時より低い値であった。

金属床技工は高速レーズを使用した作業工程でのスプルー線のカット時が $0.63\text{mg}/\text{m}^3$ 、スプルー線の後処

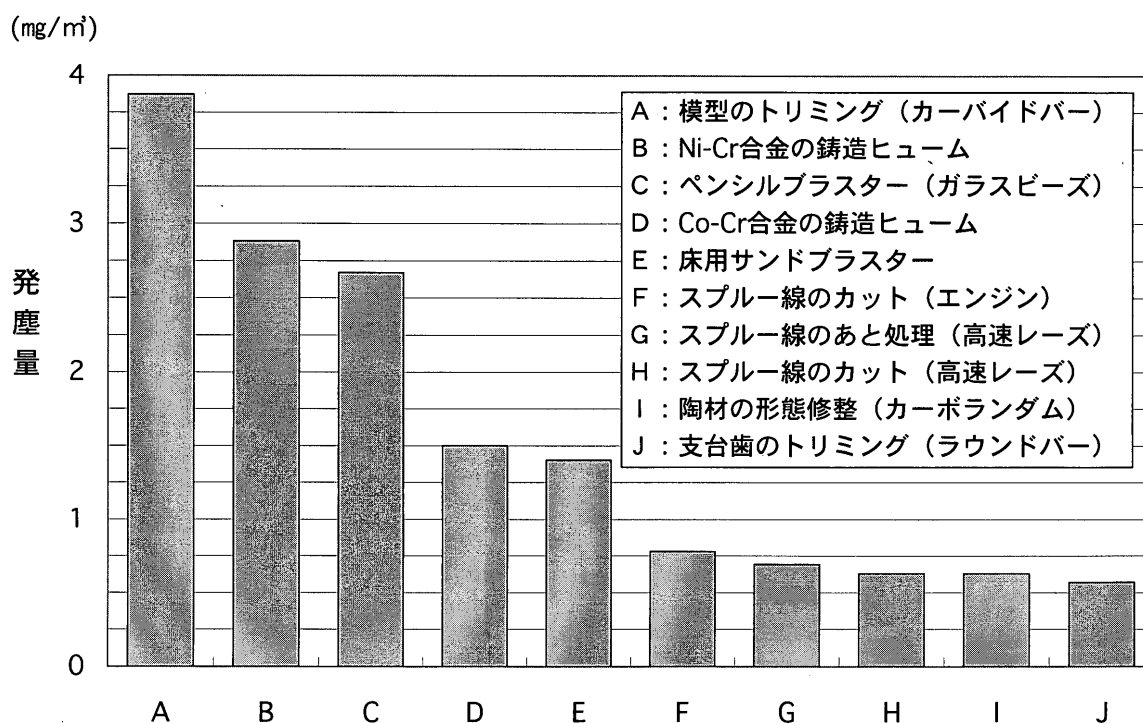


図2. 発塵量の多い技工作業 (木本ら⁸⁾より改変)

理時が $0.69\text{mg}/\text{m}^3$ 、カーボランダムポイント使用時が $0.28\text{mg}/\text{m}^3$ 、シリコンポイント使用時が $0.46\text{mg}/\text{m}^3$ でメタルボンダーセレン切削時に近似した値であった。

これらの技工作業工程で粒子径が $7.07\mu\text{m}$ 以下の発塵量の多いものから上位10位を図2に示す。1位は模型のトリミング時に発生した石膏切削の粉塵で、平均して $3.87\text{mg}/\text{m}^3$ と、その局所濃度は日本産業衛生学会の第3種粉塵の許容濃度 $2.00\text{mg}/\text{m}^3$ を越す高い値を示している。2位はNi-Cr合金を高周波鑄造機で溶解した時で、これも許容濃度を上回っている。また、3位のペンシルブラスター (ガラスビーズ使用) の作業時にもその値は $2.67\text{mg}/\text{m}^3$ と許容濃度を上回っている。4位のCo-Cr合金の鑄造ヒューム、5位の床用サンドブラスター使用時は、 $1.50\text{mg}/\text{m}^3$ 前後と許容濃度を僅かに下回っているが、微細粉塵の多い作業であるといえよう。また、研磨作業のみならず、鑄造や鑲着作業もその範疇にある。

陶材の形態修整、高速レーズや電気レーズによる研磨などは、濃度の点では $1.00\text{mg}/\text{m}^3$ 以下と低いですが、毒性が強い SiO_2 (遊離珪酸) や、Crの成分が含有されていることに着目すれば、濃度以外に粉塵の成分にも考慮を払わなければならないことになる。

Morgenrothら^{4, 5)}はSEM像による観察とX線回折によって歯科技工士の肺に付着した粉塵の化学成分の分析を行いAL, SiO_2 (遊離珪酸), リン酸塩, S, K, Ca, Co, Crなどの20種類に及ぶ化学成分を認めている。これらの化学成分が技工室の集塵装置のフィルター上の成分と一致することから、職業性のものである

いる。また、MorgenrothらはALと SiO_2 を含む粉塵だけが沈着した場合にはわずかな組織増殖しか認められなかったが、 SiO_2 とCoまたはCrが組み合わさった場合には結節状の組織増殖がみられ、粒子の組み合わせによる毒性を確認した。したがって、濃度と量の問題よりも、粒子の化学的性状、その組み合わせによる毒性の影響が大きいことになる。また、技工作業に従事した年数と組織学的所見との因果関係は存在しなかったと述べた上で、歯科技工作業に従事している者のすべてに危険性があることを示唆している。

SiO_2 は、粒子の組み合わせに関わらず、食細胞を死滅させるほどの強い毒性をもつと言われるが、上記の SiO_2 との組み合わせによって毒性を示す成分を含む歯科材料を列記すると、カーボランダムポイント、カーボランダムホイール、ホワイトポイント、ペーパーコーン、カッティングディスク、レジンのブラシ研磨時の磨き砂、金属の仕上げ用研磨材、レジンの仕上げ用研磨材、レジンディスク、シリコンポイント、シリコンホイール、サンドブラスターに使用するガラスビーズ、アルミナサンド、クリストパライト埋没材、リン酸塩系埋没材などがある⁹⁾。肺に影響を及ぼすであろう成分が被研磨体のみならず、研磨器具や研磨材などにも含有されていて、歯科技工で幅広く使用されていることが認知できる。

上述のように粉塵粒子が微細なほど肺胞内に到達しやすく、また濃度が高くなると生体防御は限界に達し肺機能の低下を引き起こす。その濃度に関わらず毒性の強い成分の粒子や組み合わせによって毒性を誘発する粒子が、肺組織に沈着した場合には肺疾患を惹起す

る可能性が高い。技工作業に従事する者はこうしたことへの関心、知識を十分にもっている必要がある。

4. 歯科技工士が肺疾患を発症する可能性とその病態について

フランクフルト大学内科センター呼吸器科の協力で行われた歯科技工士を対象とする身体検査の結果は、全身の検査、右下胸部X線撮影、血沈、血液像、尿沈渣、安静時および運動時の血液分析と肺機能テストの検査で70人のうちの53人に異常を認めた。このうち組織検査を受けた20人中の12人の肺に組織増殖が確認された。また、自覚症状として運動時の呼吸困難を訴えた人で組織増殖が顕著であったとしている^{4, 5)}。これらの結果は歯科技工士の作業環境が、粉塵を吸入することによって発症する職業性肺疾患に陥りやすい状況にあることを示唆している。

Morgenrothらによれば、歯科技工士の肺に付着した粉塵の化学成分の分析で職業性のものと認められた主な化学成分の毒性について述べると、 SiO_2 （遊離珪酸）は肺胞内に取り込まれるとマクロファージの連続的破壊死亡により肺線維症を起し珪肺になる可能性が高い化学成分である。病像が悪化すると、ガス交換機能が低下し心機能障害を起し、やがては、肺気腫、肺性心および結核を中心とした肺疾患で死に至ることがある^{10a)}。Coは多量吸入すると気管支炎、肺炎、塵肺を発症する^{10b)}。Crでは6価クロムによる鼻中隔穿孔、肺癌の発症の可能性が高く気管支炎、慢性気管支炎なども起こしうるといわれている^{10c)}。リン酸はリン酸塩の原料であるが、上・下気道粘膜に炎症を起し、咳嗽、気管・気管支炎を発症する^{10a)}。Niは鼻腔癌、肺癌^{10b)}、ALは自然気胸を併発しやすいアルミニウム肺を発症する可能性がある^{10d)}。

田口¹¹⁾は近年、労働環境改善の普及で最も毒性の強い SiO_2 （遊離珪酸）の粉塵吸入量が一般的には少なくなり、それ以外の種々の無機粉塵を吸入するために典型的な珪肺症は減少し、肺疾患はむしろ線維増殖性変化を起こす塵肺の合併症へと変貌していると述べている。それに伴い、合併症も従来の珪肺との合併頻度が高い肺結核中心から間質性線維化、肺癌、肺性心、気胸、腎疾患、膠原病など多様に変化していることを示している。

林ら¹²⁾の珪肺患者の死亡年齢の経年的変化に関する報告では、珪肺患者の死亡年齢は高齢化してきているが、今後は高齢化に伴い肺癌や成人病との合併症で死亡する患者が増加してくるものと予想している。

また、田口は塵肺では慢性進行性のために長期療養が必要となり、そのために呼吸困難の発作などの身体症状の苦しみだけでなく、精神的負担も大きく、不安、抑うつ状態などの精神症状を呈することも多く、心理的、社会的サポートが必要であることを強調して

いる。

これらの疾患は、時間の経過とともに肺の線維化を進行させ、二次的に気腫性変化をもたらす。そして、ガス交換障害、気道感染を繰り返しながら呼吸不全に陥っていく。また、大量の粉塵を短期間に吸入した場合には、急性呼吸不全を呈することもあるといわれている。

以上のような粉塵に原因する肺疾患の発症が、一般人と歯科技工士で違いがあるのか、これを調査することが急務となっている。

5. 歯科技工士の作業環境の現状

福沢ら¹³⁾は歯科技工作業の粉塵に関する個人暴露濃度について実態を明らかにするために、単位作業場所での測定と比較を行い、飛散粉塵の個人暴露に関する検討を行った。測定は、個人サンプラーK3311（日本科学工業）および個人サンプラーPS-4型（柴田科学）を使用して資料を収集し、P-5HⅡのデジタル粉塵計（柴田科学）とP-5Hのデジタル粉塵計（柴田科学）、ローボリウムエアサンプラー（日本科学工業）を用いて行われた。対象は歯科技工所8社で、1日の铸造床メタルフレームの研磨作業を通しての環境濃度が測定、分析された。

各歯科技工所間では最高 $0.26\text{mg}/\text{m}^3$ 、最低 $0.06\text{mg}/\text{m}^3$ と大きな相違はなかった。個人暴露濃度は局所排気装置を使用しない場合には最高 $25.2\text{mg}/\text{m}^3$ 、最低 $0.70\text{mg}/\text{m}^3$ 、局所排気装置を使用した場合には最高 $3.20\text{mg}/\text{m}^3$ 、最低 $0.30\text{mg}/\text{m}^3$ であった。したがって、局所排気装置には一定の効果が認められるが、局所排気装置を使用した場合でも個人暴露濃度は環境許容濃度の10倍以上ということになる。このことから技工所での粉塵に対する局所排気装置だけの対応では不十分である。

福沢ら¹⁴⁾はレーザー光線による歯科切削粉塵の飛散状況測定法の有用性について検討した報告の中で、陶材製上顎中切歯切端（松風）をマイクロエンジン（長田電気工業製ビーバーV、無負荷時 $30,000\text{rpm}$ ）にカーボランダムポイントNo.11（松風）をつけて切削した際の粉塵の飛散状況を示している。垂直的観察においては切削直後に、方向依存性の不明確な粉塵の集合体が観察され、次第に上方に向かって一部は渦状にゆっくりと拡散し、呼吸域付近では点状に散在している様子が明確に観察された。水平的観察では切削開始約3秒後に粉塵は作業者の鼻の位置に到達し、曲線状に複雑な運動をしながら次第に広範囲に飛散する様子が観察された。また、経時的変化においての呼吸域付近の粒度分布濃度が高いことは見逃すことができない。さらに、粉塵の浮遊時間は6時間ともいわれているので、歯科技工室は粉塵を相当に吸入する可能性が高い環境にあると推察される。

平成12年度日技会員実態調査報告¹⁵⁻¹⁷⁾は、歯科技工

士の勤務者468名、自営者428名、合計896名からの有効回答を得て、仕事に対する満足度、健康診断等のアンケート調査結果を発表した。「健康を損なう心配がない」の質問事項に対して「やや不満」と回答した者が33.6%、「不満」と回答した者が29.0%であったが、少なからず「不満」を抱えている者は約60%であった。この結果から労働時間等の問題も含めて環境整備の不十分さが伺われる。

健康診断の有無についても勤務者468名の回答から「行われた」が42.3%、「行われなかった」が53.2%であった。これを、職場別でみると歯科技工所勤務の160名の約70%、歯科医院勤務235名の約60%は「行われなかった」と答えている。また、歯科医院勤務で「行われた」と回答した90名のうち「受診しなかった」と答えた者は13.3%で、「行われた」としている歯科技工所に勤務する者50名のうち約30%が「受診しなかった」と答えている。さらに、従業員を雇用する歯科技工所で従業員の健康診断を「行っていない」と答えた者は147名の57.8%であった。そこにはいろいろな事情が関与しているものと思われるが、このことは自営者、勤務者を問わず、歯科技工士に自身の健康管理に対する関心、認識が不足している現状を露呈している。

6. その対策

以上述べてきたように、歯科技工は修復物の製作過程で多くの粉塵を発生する。加えて、その粉塵の発生源となる被研磨体および研磨材には肺疾患を惹起させ得る毒性の強い成分も含まれている。しかし一方、修復物を製作して行く過程では、これらの被研磨体材料および研磨材を使用しなければならない現状にある。そこで、こうした現状を踏まえて技工室の環境の整備を主体として、以下のような粉塵対策がまず必要と考えられる。

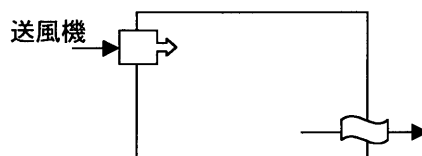
(技工室)

1) 空気の流れを十分に確保すること。

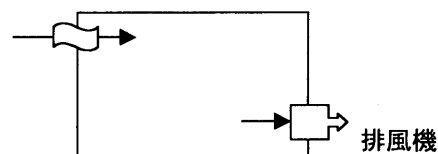
開放の窓、換気ダクト、空調設備、微粒子除去装置、ファーンレス用の消煙装置、酸ドラフトなどを完備する。換気装置を使用する人工換気法に3型があり、室内を陰圧にする送出式換気法¹⁸⁾を取り入れ、室内の空気を常に清浄な空気に置換する(図3)。排風機により技工室内空気を外気中に排出する時、HEPAフィルターなどを用いた微粒子除去装置を併用し、室内空気の汚染を外気に拡散させないことが必要である。

2) 粉塵を拡散させないこと。

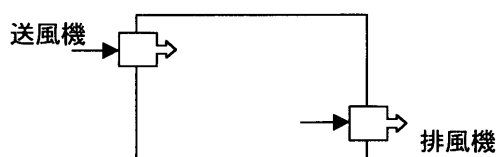
歯科用局所排気装置を使用し、吸引口の距離から10cm以内で技工作業を行う¹⁴⁾。研磨ボックスの使用も有効である。また、堆積した粉塵が再び拡散するのを防止するためにふき掃除を十分行う。歯



(a) 吸入式 (機械で給気して自然排気をはかる)



(b) 送出式 (機械で排気して自然給気をはかる)



(c) 併用式 (機械で給気と排気をはかる)

図3. 人工換気法

歯科技工室の換気法には排風機に微粒子除去装置を備えた送出式 (b) が適する

科用局所排気装置の使用に際しても、前項の排風機による微粒子除去と同様に、屋外への排気中の微粒子をHEPAフィルターなどで除去することが必要である。

3) 作業室内の区分け

粉塵の発生が多い研磨作業や排ガス発生が多い鑄造作業等の場合は間仕切りによって構造的に区分けすること。

(技工士)

4) 正しい姿勢で技工作業をすること。

5) マスク、眼鏡を常用し手洗い含嗽、点眼を励行すること。

6) 定期健康診断を受診すること。

7. おわりに

良質な歯科医療に対する社会的要請が高まり、歯科材料の開発、技術の高度化が進められ、歯科医療技術は急速に発展した。それに伴い、歯科技工技術も多様化および高度化し、歯科技工士は技術の研鑽を余儀なくされる現状にある。高度な歯科技工は歯科技工士が健康であるがゆえに成し遂げられる成果であり、歯科技工士の健康を考えることは極めて大切である。したがって、歯科技工室の環境の整備はもちろんのこと、

学生を含む歯科技工士に自身の健康や職場環境への関心をもたせることが重要となる。

稿を終わるにあたり、ご指導、ご校閲下さった歯科技工士学科 長谷川成男教授に深く感謝申し上げます。なお、本稿の要旨は第57回明倫短期大学研究会（平成13年4月26日）に発表した。

参考文献

- 1) 長谷川成男：顎口腔系がクラウンに要求する精度からみた間接法. 明倫歯誌, 4 (1) : 1-6, 2001.
- 2) 大橋敏之, 他：系統看護学講座 専門6成人看護学[2] 呼吸器疾患患者の看護. p18-22, 医学書院, 東京, 1998.
- 3) Schäler A und Schmidt S：からだの構造と機能. p67-70, p237-246, 西村書店, 新潟, 1998.
- 4) 木本吉昭, 篠崎照泰, 明崎 納, 中西正泰, 木下浩志, 森川良一, 赤石孝博：体にやさしい技工室Ⅰ 歯科技工室内で発生する粉塵その1. 歯科技工, 21 (1) : 65-72, 1993.
- 5) Morgenroth K and Kronenberger H：歯科技工材料が肺に与える影響. QDT, 8 (6) : 79-85, 1983.
- 6) 柏崎禎夫, 他：系統看護学講座 専門14成人看護学[10] アレルギー・膠原病患者の看護 感染症患者の看護. p4-6, 医学書院, 東京, 1998.
- 7) 徳永 徹：マクロファージ. p1-8, p33-35, p54-55, 講談社, 東京, 1986.
- 8) 木本吉昭, 篠崎照泰, 堀川恵二, 明崎 納, 中西正泰, 木下浩志, 森川良一, 赤石孝博, 玉置敏夫：歯科技工の環境 (12) 単位時間の発生量からみた粉塵毒性. 日歯技工誌, 9 (1) : 89-93, 1988.
- 9) 川原春幸, 中村正明, 武田昭二, 大島 浩, 篠崎照泰：歯科技工士教本 歯科理工学①. 医歯薬出版, p104-107, 東京, 2001.
- 10a) 桜井治彦, 石西 伸：産業中毒便覧 (編集者後藤 稔, 池田正之, 原 一郎). p64-65, p90, 医歯薬出版, 東京, 1977.
- 10b) 鈴木庄亮：同上, p451-452, p461-462
- 10c) 桜井治彦, 大久保利晃：同上, p397-400
- 10d) 石原信夫：同上, p241-242
- 11) 田口 治：肉芽腫性肺疾患の病態と治療 塵肺. 分子呼吸器病, 2 (4) : 277-282, 1998.
- 12) 林 俊成, 中村雅夫, 冬木俊春, 千代谷慶三：珪肺患者の死亡年齢の経年的変化. 呼吸, 11 (10) : 1336-1339, 1992.
- 13) 福沢洋一, 馬場 忠, 寺本和哉, 明石光也, 小林治喜, 上原 佑, 森本 基：歯科研磨作業における飛散粉塵の個人暴露に関する研究. 口腔衛生会, 33 (3) : 140-141, 1983.
- 14) 福沢洋一, 西田雅己, 森本 基：レーザー光線による歯科切削粉塵測定法の開発と飛散状況の測定. 口腔衛生会誌, 36 : 215-227, 1986.
- 15) 日技調査企画部：平成12年度日技会員 実態調査報告 広報版. 日本歯技, (380) : 68, 2001.
- 16) 日技調査企画部：平成12年度日技会員 実態調査報告 広報版. 日本歯技, (381) : 66, 2001.
- 17) 日技調査企画部：平成12年度日技会員 実態調査報告 広報版. 日本歯技, (382) : 61, 2001.
- 18) 厚生省, 日本歯科医師会, 日本歯科技工士会：歯科技工所管理者等研修会テキスト. p1-10, 2000.