

審査の結果の要旨

氏名 浅野美礼

バイオリジカルクリーンルーム（以下、BCR）での高度な治療を必要とする患者はセルフケアの維持が困難なことが多く、看護師は積極的なケアを提供する必要がある。しかし、一般に厳しく管理されている BCR への入室を試みるに際して、果たして清浄度維持の機能を負う一方向流の性質に則って BCR を正しく利用できているのかどうかという視点から BCR の中で看護師の所作を検討しているものが見当たらない。そこで本研究では BCR における微小粒子の動き方についての基礎的データをを得ることを目的として、空気清浄度に関する米国連邦規格（Fed. Std.209）でクラス 100 の清浄度を達成する BCR のモデル病室を設け、一方向流中での微小粒子数の動きを光散乱式自動粒子計数器で測定した。これらの実験から下記の結果を得た。

1. 患者が病室にいるときを再現する系として、頭側から足側へ一方向流が送られているベッドに、障害物として看護実習用患者モデルを長座位で置き、患者モデルの胸付近から試験用粒子を風上より放ったときベッド上で観測される粒子数を観測した。浮遊微小粒子の拡散の程度を評価する値として、発生させた試験用粒子数に対する観測粒子数の比 50 個の幾何平均値を対数変換したもの（以下、 $\log_{10}R$ ）を考えた。粒子発生点—観測点間の距離に対する $\log_{10}R$ の推移を観察した結果、(a)通常患者が座る位置では $\log_{10}R$ は全区間で負で、障害物がないときと比較して目立った特徴が見出せなかった。しかし、モデル病室内の乱流および患者モデルの不規則な輪郭による影響を取り除くために、(b)患者モデルの位置を送風面に最大限近づける、さらに(c)患者モデルを板に替える、といった条件の変更を行ったところ、伴流の存在を裏付ける結果として、障害物の後ろに $\log_{10}R$ が正である区間と、それに続いて急激に負に移行する区間があることが示された。
2. 1(b)の $\log_{10}R$ について、風速 0.3m/s と 0.5m/s でそれぞれ 2 セット測定した設定を第一水準に、粒子発生点—観測点間の距離を第二水準として二元配置分散分析を行った結果、障害物の風下 20~60cm では、風速 0.3m/s でも 0.5m/s でも $\log_{10}R$ に有意な差が見られずほぼ同等で、かつ $\log_{10}R$ が正であったことから、この区間では粒子が滞留していることがわかった。1(c)でもこの結果は同様だった。臨床における最大風速 0.5m/s の一方向流中で背を向け、流れを最大にせき止めている条件での 50~60cm の伴流は、臨床で起こりうる最大に近いと考えられた。

風速に関しては(b)、(c)とも 0.5m/s のときのほうが 0.3m/s のときよりも $\log_{10}R$ が大きく、一方向流の風速が大きいほど微粒子除去の能力が高いとは限らないことが示された。このことは、指数関数である粒子数の減少過程を片対数軸にプロットしたとき傾きとして表される換気回数について、2 群の傾きの差の検定で調べた結果にも支持されていた ($t=2.61$ 、 $p<0.05$)。 (b)、(c)とも 2 セット間の比較では 0.3m/s では差がなかったものの、0.5m/s では差が認められた。以上は形成される伴流が風速に伴って強くなっていたためであると考えられた。(b)に対する(c)の方法の再現性の高さを示すことができなかつたが、箱ひげ図に見られる分布の形状では 2 セット間の類似性が高まっており、再現性の向上の可能性が示された。

3. 閉じられた無風のモデル病室内で看護師がベッドサイドを連続往復歩行しているときに発生している粒子数の 5 分間計測を 12 回繰り返し行った平均と標準偏差 (以下、SD) は毎秒 8.4×10^2 個/ $m^3 \pm 2.2 \times 10^2$ であった。この発生強度を持つ看護師が、風速 0.3m/s の一方向流の存在下でベッドサイドに立っており、それより相対的に風上のベッド上に長座位になっている患者モデルがあるとき、看護師付近で 6 分 20 秒間連続して測定された粒径 $0.5 \mu m$ 以上の粒子数は全 107 回の平均で $10^{4.2}$ 個/ m^3 (幾何 SD 3.8×10^{-1})、また患者付近の粒子数は全 75 回の平均で $10^{3.7}$ 個/ m^3 (幾何 SD 2.9×10^{-1}) であった。微生物数については、看護師付近では平均 8.5 個/ m^3 (幾何 SD 0.54)、患者付近では平均 3.3 個/ m^3 (幾何 SD 0.53) であった。これらの結果から、一方向流中で患者が看護師より風上に位置していても、患者が看護師由来の微小粒子・微生物に被曝する可能性があることが示された。既存の研究で一方向流中の微小粒子は角度にして $40 \sim 50^\circ$ の広がりをもって拡散しながら移動していることが確認されており、患者付近で滞留している伴流の大きさが小さくとも 50cm に達していると仮定すると、看護師が患者のケアをするために患者のそばに位置するとき互いの発する微小粒子に両者とも曝露することは免れない可能性が高いと考えられた。
4. モデル病室でのシーツ交換では、交換中に変化が急なピークが三つ出現する過程が見られ、それは以下の場合であった。まず(a)開始からの 30 秒間に上シーツを半分、さらに半分にたたんだところ、次に、(b)90~150 秒後で下シーツの裾をマットレスの下から引き出して半分、さらに半分にたたんだところ、最後に、(c)240~300 秒後で新しい下シーツをすべて広げて裾をマットレスの下に折り込んでいるところである。ピークにいたる直前までの動作を調べてみたとき、シーツをたたむという動線の長い大きな操作によって強い発塵が見られたことが示された。一般にシーツには通気性のよさが求められるが、そのようなシーツは穴がたくさんあることによる透過性が必然的に問題となる。人間由来の細菌や皮膚からの落屑、皮脂などが付着している使用済みのシーツを、空気をはらむ形で操作する限りは、空気中に放つ微小粒子数は減少しにくいことが予想された。

本研究では、BCR内の臨床に近い様式で測定された浮遊微小粒子数と微生物数のデータが初めて示された。患者や看護師に付随する伴流による浮遊微小粒子吸入の危険性を具体的に指摘したBCRのガイドライン等の文献は見当たらない。そこで次のような提言が導かれている。

1. 患者が微小粒子被曝を最小限にするためには、一方向流の風上方向から風向きと直角方向までの間に顔を向けるのが望ましく、風下を向くべきではない。風向きが患者の頭から足の方になるようにということに必ずしも固執する必要はない。具体的な体位としては、ベッドの頭から足の方に一方向流が流れているときは、患者は風上に背を向けているよりも、ベッドをフラットに保ったままベッド中央でベッドの右端（または左端）を向いて胡座する、あるいはベッドの右端（または左端）に端座位になるのが望ましい。
2. 臨床看護においては大きな、急な動作でシーツ等を操作することは控えるように注意を払う。特にシーツに空気をはらむような大きな動作は避けるべきである。古いシーツを片付けるときに粒子の発生を最小限にする方法をさらに考える必要がある。

以上、本研究は、看護師が躊躇することなくBCR内で患者にケアを提供するためにはどのような位置で立ったらよいかという問題に、モデル病室での実験による基礎データの収集を通じて取り組んだものである。その結果、BCR内で看護師が発生する微小粒子数や微生物数、シーツ交換による浮遊微小粒子の発生状況に関する貴重なデータを提示した。また、一方向流中の患者に付随して形成される伴流、伴流による換気回数の低下と風速との関係、患者の微小粒子被曝への影響について、既存の研究では論じられていなかった新しい知見が得られた。これらの成果は、臨床においてBCR内の患者に必要十分なケアを提供するための看護師の行動計画の立案に役立ち、治療を受けている患者のQOLの維持と向上に重要な貢献をなすと考えられ、学位の授与に値するものと考えられる。