

スネーク法により抽出した白色領域を用いて、看護師の周辺に関心領域 (ROI) を設定した。この処理により、処理全体を軽くすることができ、白色領域が無駄に広がってしまうことを防いでいる。スネーク法で求めた白色領域が移動すると同時に ROI を設定し直し、看護師が常に ROI 内に入るように設定した。

移動動線の抽出には、差分処理を行った。差分処理は、背景だけを撮影した画像 (背景画像) から現在の画像をそれぞれのピクセルごとで差を求め、その結果を抽出している (差分画像)。この処理により画素の色の変化している部分、つまり背景画像と比べ現在の画像が何らかの変化があったもの、移動したものを抽出することができる。図 3 のように何も無い空間を背景画像として、現在人が歩いている場合、現在の画像から背景画像を引くことで、歩いている人だけが映っている差分画像を得ることができる。スネーク法により求められた白色領域だけを出力した画像を現在の画像として、初めは白、次からは 1 回前の差分画像を背景画像として差分処理を行うと、看護師の移動動線を求めることができる。示された看護師の移動動線の長さを看護業務量の推定する指標として使用することを検討した。

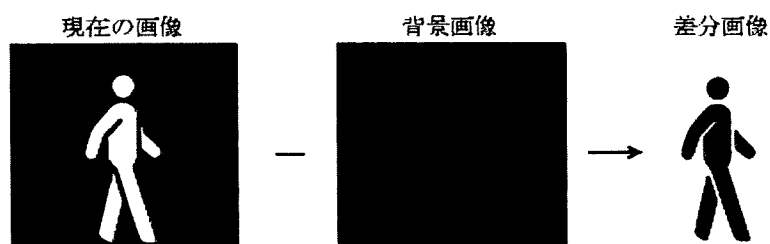


図 3：差分処理の原理

3. 結果・考察

図 4 に示すように、看護師を特定して追跡することができた。ナースステーション内で撮影された画像から求められる情報量は、タイムスタディの主流である他計式に比べ少ない。しかし、撮影動画による移動動線の抽出を自動化することで、長期間の調査や深夜の調査が可能になるという利点があるため、他の計測方法と組み合わせることで容易に実施可能なタイムスタディへの展開が期待される。今回用いたスネーク法では同じ色のものに影響を受けるため、看護師がすれ違ったときや背景と特徴の色が近いとき等に正確に判定することができないという問題点がある。



図 4：看護師の特定 (右) と看護師の追跡 (左)

引用文献

- [1] 大野ゆう子. 看護・医療の研究におけるタイムスタディの役割と将来動向. 看護研究 2004; 37(4): 3-10

循環器系疾患専門病院における患者搬送業務の分析

○野田裕子¹ 大野ゆう子¹ 清水佐知子¹ 金谷一朗² 岡田千鶴³

¹大阪大学大学院医学系研究科 ²大阪大学大学院工学系研究科 ³国立循環器病センター

1. はじめに

病院において看護師が行う業務は、直接患者に関わる業務から記録、教育、調整等直接患者に関わらない業務まで多岐に渡っている。その中で患者移送のための搬送業務（以下搬送業務）は、看護師がナースステーションを離れる業務であり、それが重なることで病棟における人員が一時的に減少する。また長距離、長時間の搬送業務になれば、それ自体が看護師の負担になるとも推察される。

本研究では看護師の搬送業務に特化してタイムスタディ調査を行い、搬送業務実態および病棟階の違いによる搬送業務効率を検討した。また、シミュレーションにより最適な病棟階設計を考察した。

2. 方法

(1)調査方法

1) 対象病棟特性

本研究では病棟階の比較を行う観点から、階差の大きい7階と10階のタイムスタディデータを使用し解析を行った。搬送は独歩（患者単独での移動、付き添いでの移動）、車いす、ストレッチャ、補助（搬送に直接関係なく、移乗介助等のみの業務）に区分されていた。7階病棟は主に不整脈を中心に、弁膜症、心筋症、虚血性心疾患を対象としており独歩の患者が多く、モニタ監視、ペースメーカや植込み型除細動器埋め込み後の看護が主である。また、10階病棟は脳卒中の亜急性期から慢性・リハビリ期、脳血管疾患、生活習慣病を対象としており寝たきりの患者も多く、基本的な日常生活援助の看護が主である。患者搬送に使用可能なエレベータは4基であり、これは面会者や業者等の移動にも使用されるものである。調査当日の各病棟について、搬送区分や看護必要度の比較からも、10階病棟の方が重症度は高かった。また、7階患者は10階患者に比べ年齢が若く、年齢のばらつきが少なかった。

2) タイムスタディ調査

調査対象は、病棟看護師、看護助手、クラークとし、搬送発生時点から搬送終了時点までの行動業務記録を、他計式で実施した。業務記録には直接搬送業務の他に、搬送に関する電話連絡や搬送の準備、片付け等も含め、調査対象の一連の行動を記録した。タイムスタディ調査記録は、搬送に特化したコードに基づきコーディングし、入力を行った。

(2)解析方法

調査時間である8時30分から19時30分までを30分区切りにし、両病棟におけるその時間内での搬送発生件数を、搬送方法毎（独歩、車いす、ストレッチャ、補助）に算出し、搬送方法による搬送所要時間を比較した。さらに30分区切りの搬送発生件数は同じだが搬送方法はランダムに起こりうるとしてシミュレーションを行い、搬送に要する搬送従事者数を検討した。この際、搬送所要時間は各搬送方法における平均所要時間とした。搬送先についても検討した。

次に現在10階の病棟がもし7階にあったとした場合の搬送状況の変化を検討した。10階病棟の搬送発生条件（30分ごとの搬送区分割合、搬送先、搬送方法）を同じとして、搬送平均所要時間につ

いは7階病棟の場合の時間を使用して搬送従事者数の変化を比較した。使用した7階の搬送平均所要時間は、病棟からエレベータホールまで、エレベータ待ち時間、エレベータ所要時間、目的階での所要時間とし、片道のみ、搬送の補助のみ、を区別して検討した。

なお、本研究では患者の個人プライバシーに関わる情報を扱うため、倫理審査委員会に申請し、承認を得ている。

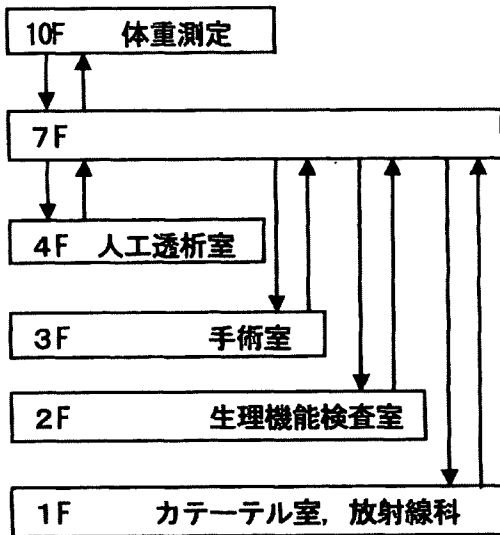


図1: 7階東病棟からの搬送ルート

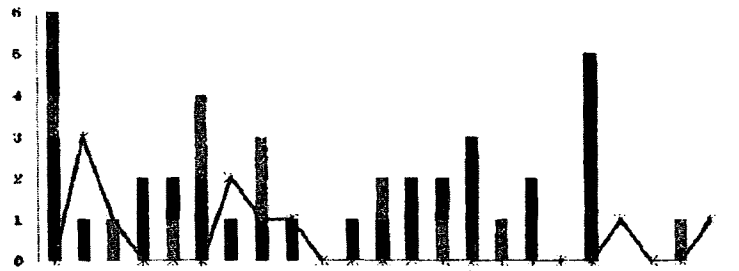


図2: 10階東病棟における搬送発生件数と搬送従事者数

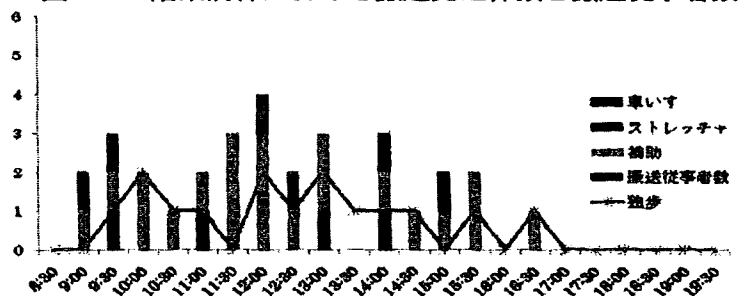


図3: 7階東病棟における搬送発生件数と搬送従事者数

3. 結果・考察

7階東病棟の搬送業務の業務パターンを図1に示す。10階東病棟の搬送パターンでは3階への搬送がなく、地下1階の美容室への搬送が見られた。7階東病棟、10階東病棟各々における往路件数は20件、19件復路件数は18件、17件であった。搬送の補助のみは6件、2件であった。7階東病棟、10階東病棟における30分区分切りの搬送発生件数と毎時00分、30分時点での搬送従事者数を図2、3に示す。各搬送方法における平均所要時間は両病棟共に独歩、補助、車いす、ストレッチャの順に長くなっていった。搬送方法については10階東においてストレッチャや車いすでの搬送が多かった。

シミュレーションについては、各階における差は見られなかった。

4. まとめ

今回は循環器系疾患専門病院における2病棟間での搬送業務の比較を行った。搬送区分の違いや、検査による目的地の違い等、病棟毎の特徴が見られた。これは病棟間での対象疾患の違いの影響が大きいと考えられる。今後最適な病棟階設計を考察していく上で、より詳細なエレベータ待ち時間の検討を進めていきたい。

参考文献

- [1] 大野ゆう子. 看護・医療の研究におけるタイムスタディの役割と将来動向. 看護研究 2004; 183: 3-8.
- [2] 石井豊恵. タイムスタディによる結果の解析手法. 看護研究 2004; 183: 47-58.

長崎県におけるがん患者受療行動の分析

○堀 芽久美¹ 大野 ゆう子¹ 清水 佐知子¹ 志岐 直美² 早田 みどり³

¹大阪大学大学院医学系研究科 ²みずほ情報総研株式会社 ³放射線影響研究所

1. はじめに

わが国では近年、全国どこでも質の高いがん医療を受けることができるように、がん医療の均てん化を目標として、がん診療連携拠点病院(以下、がん拠点病院)の整備が行われている。これにより、がん患者の受療地域が各2次医療圏に分散していくと予想され、また罹患率や生存率の地域間格差の減少が期待される。このようながんの罹患率や生存率の評価、受療行動の調査において、初診断施設、初診断時住所、死亡情報が含まれるがん登録は有益と考えられている。そこで本研究では、長崎県がん登録資料を用いてがん治療における地域内治療患者割合、各地域別の全がんと主要5部位(胃、大腸、肺、肝、乳房)での罹患率、生存率を比較し、がん医療均てん化の現状について明らかにすることを目的とする。これは今後がん拠点病院の整備が進み、その影響について評価していくための有用な資料になると考える。

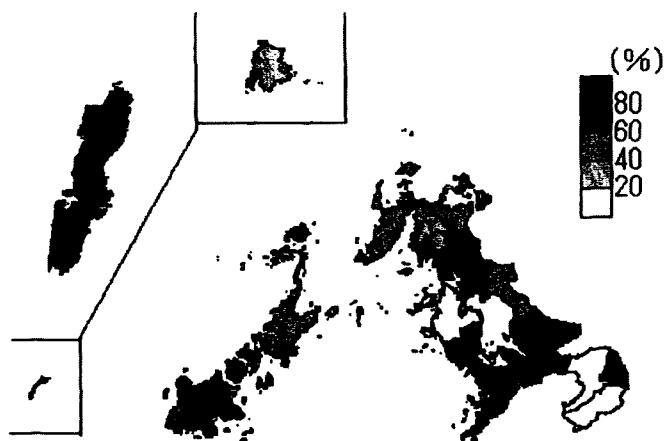
2. 方法・理論

長崎県がん登録において、1985年から2004年の間にがんと診断されて登録されたものを対象とした。ただし、死亡情報のみで登録されたもの、再発がんで登録されたもの、重複がんの登録順位が2番以降のもの、上皮内がんのもの、治療医療機関が不明のものを除き、48,219名を解析対象とした。

上記対象者について、初診断時住所と初治療施設住所が同一である患者割合を地域内治療完結率と定義し、市郡別に全がんと主要5部位で算出し、さらに進行度別にも算出した。進行度は、限局、隣接臓器浸潤、所属リンパ節転移、遠隔転移の4段階に区分した。また対象期間中に各市郡のがん患者受療地域の変化について検討するために、1985年から1989年、2000年から2004年の2期間について地域内治療完結率を算出した。さらに5年生存率を初診断時住所、初治療施設住所別に全がんおよび主要5部位について算出した。なお、本研究では市町村再編後の13市4郡の地域区分を解析期間中を通して用いた。

3. 結果・考察

対象期間中の地域内治療完結率は県全体では67%であった。市郡別にみると長崎市、佐世保市、大村市の順に高く、3市とも90%を超えていた。反対に地域内治療完結率の低い市郡は西彼杵郡、西海市、南島原市であり、この3市郡の地域内治療完結率は10%を下回っていた。部位別治療完結率も同様に、上位3市では各部位すべてにおいて90%を超えており、下位3市郡は10%を下回っていた。この3地域では長崎市、佐世保市、島原市の医療機関を受診する割合が高くなっていた。また壱岐市や対馬市は県外への受診率が高く、壱岐市では約68%、対馬市では約



地域内治療完結率(主要5部位)

28%が県外の医療機関を受診していた。

部位別にみると、地域内治療完結率が低いのは肝、肺の2部位であり、それぞれ7市郡、8市郡で、その市におけるもっとも低い部位別治療完結率を示した。

進行度別では、長崎市、佐世保市、大村市の地域内治療完結率は全進行度において90%を超えており、進行度による差は小さかった。一方、進行度による差が大きかったのは、奄岐市、五島市、松浦市、対馬市、南松浦郡の4市1郡であり、この市郡においては進行度間で10%以上の差が見られた。また、この4市1郡においては隣接臓器浸潤での地域内治療完結率がもっとも低い傾向にあった。

地域内治療完結率を最近と1980年代の2期間について検討したところ全期間での集計結果と同様な傾向を示し、長崎市、佐世保市、大村市の3市が90%を越える高率であり、西海市、西彼杵郡では10%を下回る結果となり、対象期間を通して地域内治療完結率の差が明らかとなった。

全がん患者の5年生存率は、初診断時住所を用いた地域区分(以下、居住地域別5年生存率)では60%代から40%代となっていた。一方、初治療施設住所を用いた地域区分での5年生存率(以下、受診地域別5年生存率)は、50%代から30%代となっていた。地域内治療完結率の低い地域では、受診地域別5年生存率は地域内治療完結率と同様に低い傾向にあったが、居住地域別5年生存率では長崎市や佐世保市と大きな差はなかった。全17市郡中、12の市郡において居住地域別の5年生存率が高くなっていた。また部位別5年生存率が低くなっていた肝、肺の2部位では、多くの市郡で地域内完結率が低いという結果となった。

長崎県は9つの2次医療圏に分けられ、1つの都道府県がん診療連携拠点病院と5つの地域がん診療連携拠点病院がある(平成21年4月1日現在)。地域がん拠点病院がある市は長崎市、佐世保市、大村市、島原市である。地域内治療完結率の低い地域のがん患者は、これらの地域がん拠点病院が存在する市を受診する傾向にあった。これにより同じ地域であっても、初診断時住所別と初治療施設住所別では、それぞれの5年生存率に差が出たと考えられる。先行研究の大阪府の場合においては、大多数の地域で自地域での治療完結率が50%を超えると報告されている[1]。一方、長崎は約半数の地域で完結率が50%を下回っており、他地域への受診が多いことが示唆された。部位別地域内治療完結率が低かった肝、肺のがんは、他の3部位と比較すると5年生存率の低いがんである。そのため患者はより治療成績のよいと思われる病院で治療を受けようと他市へ移動したり、医師の紹介で他病院にて治療を受けた可能性が考えられる。進行度別の地域内治療完結率の結果から、他地域へ受診しようとする意識が強いのは隣接臓器浸潤群であると考えられる。また長崎市や佐世保市は、他地域の医療機関を受診する場合、県内ではなく他県の医療機関を受診する傾向にあることがわかった。これらの市は県内においては最も高度な医療を提供できる地域と考えられており、さらにそれ以上の医療を求める患者が県外の医療機関を受診すると考えられる。

地域内治療完結率の高い地域は、後のがん拠点病院に指定される病院が所在する市であった。今後がん拠点病院の整備が進むと、同じ2次医療圏内にある他市からの受診患者の増加が考えられる。離島においては県外の医療機関への受診が多く、他県との連携の必要性が示唆された。

本研究では郡市別に地域内治療完結率、5年生存率を算出したが、地域がん拠点病院は2次医療圏に1つの設置が目標として挙げられており、長崎県でもそのように整備されている。今後は2次医療圏での地域内治療完結率を算出し比較することによって、地域がん拠点病院設置後のがん患者受療行動の変化が検討できると考える。

引用文献

- [1] 志岐直美, 大野ゆう子, 清水佐知子, 他. がん医療均てん化指標としてのがん患者受療状態と地域別生存率に関する研究. ITヘルスケア 2008; 第3巻(1): 58-61.

リスク選好が健康関連行動に与える影響に関する研究

○吉岡なつき¹ 大野ゆう子¹ 清水佐知子¹ 持丸祐子¹ 志岐直美²

¹大阪大学大学院医学系研究科 ²みずほ情報総研株式会社

1. はじめに

リスク選好は個人特異的なもので、飲酒、喫煙、肥満といった個人の行動を決定する要因の1つである。リスク選好に関する研究はこれまで数多く報告されてきたが、健康関連行動との関連についての実証研究は少ない。本研究は大学生を対象にリスク選好を数値化し、健康関連行動との関連を検討することを目的とする。

2. 研究方法

リスク選好の数値化方法は Berg, Dickhaut and O' Brien が提案したくじに基づく [1]。この手法の要点は、被験者に 2 つの異なる賞金のうちどちらかが当たるくじを提示し、高い賞金が当たる確率が利得に比例するように設定している。このとき利得の増加に対して高い賞金が当たる確率の増加率を実験者が統制し、被験者の行動を観察することで、被験者の危険に対する態度を知ることができる。詳細なくじの設定は先行研究を参考にした [2] [3]。

具体的には、[A が出た場合 600 円もらえ、B が出た場合 480 円もらえる]タイプ 1 のくじと、[A が出た場合 1150 円もらえ、B が出た場合 30 円もらえる]タイプ 2 のくじを、A が当たる確率を 10% ずつ増やして 10 回提示し、被験者には各回でどちらか一方のくじを選択するよう指示した。A が当たる確率が 40% までは、タイプ 1 の期待値が高く 50% 以上であればタイプ 2 のくじの期待値が高い (図 1)。したがって、最も合理的判断である場合 (リスク中立的) は、4 回目までは A を選択し、5 回目以降は B を選択する。しかしながら、最も安全な策をとる場合 (リスク回避的) は、5 回目以降も賞金額の差が少ない前者のくじを選び、賭け事を好む場合 (リスク愛好的) はその逆となる。リスク選好は、相対的危険回避型効用関数を想定し、Coefficient of Relative Risk Aversion (以下 CRRA: 相対的リスク回避係数) として数値化した。タイプ 1 のくじを j 回選択した場合の CRRA を r_j 、 i タイプのくじにおける A の賞金額を Y_{Ai} 、B の賞金額を Y_{Bi} とした場合、 r_j は次の方程式により近似解として得られる。

$$\frac{j}{10} \cdot \frac{Y_{A1}^{1-r_j}}{1-r_j} + \frac{(10-j)}{10} \cdot \frac{Y_{B1}^{1-r_j}}{1-r_j} = \frac{j}{10} \cdot \frac{Y_{A2}^{1-r_j}}{1-r_j} + \frac{(10-j)}{10} \cdot \frac{Y_{B2}^{1-r_j}}{1-r_j}$$

CRRA が負の場合リスク愛好的、正の場合リスク回避的と判断され絶対値の大きさはその程度を表わす。なお、賞金額による選好の変化を調べるため上記賞金を 20 倍した賞金額も設定し検討した。

健康関連行動としては、喫煙、飲酒、肥満、性行動、食生活、感染予防行動、シートベルトの使用、さらに賭け事に関する実際の行動を質問した。

対象は大学生及び大学院生とし、自記式アンケート調査を行った。本研究の調査票配布総数は 621 件、回収は 455 件 (73.3%)、非学生および無回答の 9 件を除いた有効回答数は 446 件 (71.8%) であった。解析は健康関連行動および賭け事と CRRA の関連を検討した後、賞金額の差における CRRA の変動について全体に加え、性別、年齢別、また健康関連行動別に検討を行った。

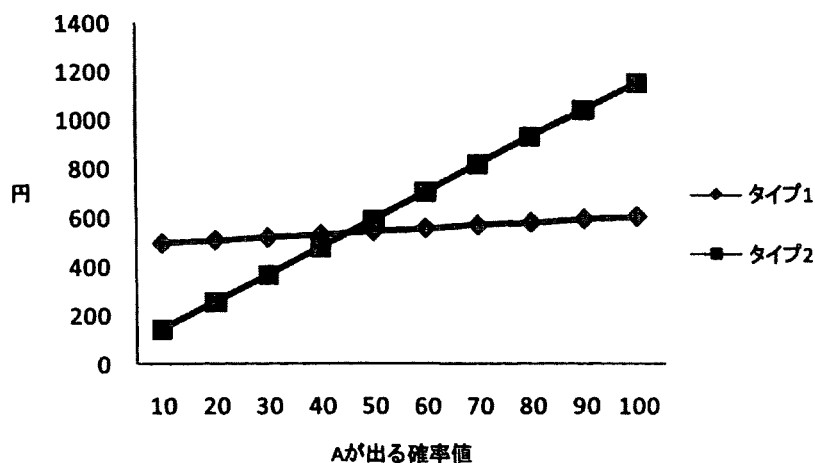


図1：期待値の切り替わり

3. 結果と考察

対象は、73.3%が女性であり平均年齢 21.0 歳（中央値 20.0 歳）、大多数が医療系学部の大学生であった。実際の健康関連行動において、91.3%が非喫煙者、性行動時の避妊具使用を意識している割合は 96.8%、また過度の飲酒者は極めて少ない集団であった。また BMI が 23 以上の割合も 10.3%と少ないものであった。これには、医療系大学生としての知識、社会的規範による影響もあり、リスクを伴う行動を避けていると考えられる。

くじの選択においては多くが A から B に選択が切り替わり、複数回の切り替わりは基本額で 0.4%、20 倍額で 0.9%であるなど先行研究とほぼ同様の結果であった。タイプ 1 のくじを引いた回数で相対的危険回避型効用関数により決定する CRRA は、本来複数回の繰り変わりは想定していない。本結果でも複数回の切り替わりは少なく、先行研究同様の方法で CRRA 算出を行った。賞金額での相対的危険回避度平均は -0.104、20 倍額では 0.325 であった。すなわち、基本的な賞金額ではほぼ合理的判断が行われていたが、賞金額が高くなるとリスク回避的選択をすることが示された。先行研究では男性よりも女性が、若年者よりも高齢者、学歴が高い方がリスク回避的傾向をもつことが示唆されている。本研究結果では女性が多い集団であるため、女性のリスク回避傾向が、若年者、男性というリスク愛好傾向に相殺され、結果的に基本額のリスク選好がリスク愛好的と出た可能性がある。また、賞金額の増加に伴い選択が慎重になり、20 倍額ではリスク回避的に変化したと考えられる。

本研究の対象集団においても実際に喫煙や賭け事をする集団がみられ、この極端なリスク愛好集団では賞金額によるリスク選好の変化は見られなかった。リスク回避的集団では、全体傾向と同様に回避的に変化した。なお、先行研究では実際に賭け金を支払っているが本研究では行っていない。しかし、相対的危険回避度の分布において大差がないという結果を得た。これは、この手法があくまでも仮想の手段でありながら、個人の実際の回避度を示す指標になり得ることを示唆する結果と考える。

今回観察できなかったその他の要因が健康関連行動に影響を与えていることも考慮しなければならない。先行研究では、性格、雇用、疾患、社会的規範などが関連しており、今後このような非観察変数の存在を含めた研究が求められると考えている。

引用文献

- [1] Berg D, Dickhaut J, and O' Brien B. "Controlling Preferences for Lotteries on Units of Experimental Exchange". *Quarterly Journal of Economics* 1986; 101: 281-306.
- [2] Anderson LR, Mellor JM. Predicting health behaviors with an experimental measure of risk preference. *Journal of Health Economics* 2008; 27: 1260-1274.
- [3] Holt CA, Laury SK. Risk aversion and incentive effects. *The American Economic Review* 2002; 92(5): 1644-1655.

病棟タイムスタディデータベース構築に関する研究

○林剣煌 大野ゆう子 清水佐知子 石井豊恵 沼崎穂高
大阪大学大学院医学系研究科

1. タイムスタディとデータベース構築の意義

現在、医療需要は益々増大しているが、供給面では医療従事者の地域、診療科の偏在や不足が問題となっており、人員の最適配置は非常に重要な課題である。最適配置を議論する上で、医療従事者のタイムスタディ調査は大変、有益な情報をもたらす。タイムスタディ調査とは、医療従事者の業務内容、業務発生時間、業務対象者を詳細に記録するもので、調査結果は静的、動的に分析される。即ち患者の数や医療需要と合わせて分析することで将来的には医療従事者の最適人員配置が予測できると考える。病院側にとって、業務管理としての最適人員配置、業務内容改善、業務の質評価のためのアウトカム指標の把握、医療の原価計算に必要な医療資源の消費量把握などは医療経営上重要な問題であり、これに対して、タイムスタディが行われてきた[1]。また社会にとっても、超高齢化社会における医療システム設計という意味において、医療従事者の最適配置は欠かせない議論である。

これまでのタイムスタディ調査は患者識別番号、業務開始時刻、業務終了時刻、業務場所、業務内容、業務を誰のために行ったか、を原則として記録してきた(図1)。調査は医療従事者1名に調査者1名が付き、記録用紙に記入していくという他計式が一般的である。したがって、記録内容やその正確性は調査者の能力や臨床経験、調査経験に依存するものである。また切れ目ない業務発生を記録していくため、記入漏れがあった場合でも後に全てを確認することが難しかった。また、データを分析し、情報抽出するためには、記録内容を業務分類コードで符号化し、入力する必要があった。

膨大な時間データ等の数値データを入力するタイムスタディ調査では、入力者に使い易い入力インターフェース及び入力段階でのリアルタイムなエラーチェックが必要である。しかしながら、タイムスタディ調査に関する入力システムの検討は未だ数少ない。そこで本研究ではタイムスタディ調査に広く汎用できる入力システムを設計することを目的とする。

3000年タイムスタディ記録用紙 平成21年3月 日() /夜日

調査対象者: _____ 調査者(氏名): _____ 記録者: _____
調査内容: (車椅子 ・ ストレッチャー ・ 散歩 ・ その他())

開始時刻	終了時刻	場所	業務内容	誰のため	備考	業務記録

図1: 一般的なタイムスタディ記録用紙

2. 誤入力を防ぎクリーニングしやすいデータ入力方法

入力システム構築は以下の手順で行った。まず、調査者、入力者、解析担当者とのブレインストーミングにより、(1)蓄積するデータベースの詳細、(2)エラーチェック内容とそのアルゴリズム、(3)入力者使い易い入力画面を議論し設計方針を整理した。ここでの調

査者、入力者は、2009年3月に循環器専門医療施設を対象に看護師の患者搬送業務に関するタイムスタディ調査に関わった者である。以上により抽出された課題に基づきMicrosoft ACCESSを用い入力システム構築を行った。

3. 試作システム

設定した入力システムに関するブレインストーミングの結果、21項目のエラーチェック内容が抽出された。うち、機械計算可能な8項目を入力システムのエラーチェック機能に付加した。8項目中5項目は個人識別番号や記録番号の誤入力に関するものであり、2項目は時間に関する論理エラーであった。時間に関するエラーは終了時刻と次行の開始時刻の不一致、ならびに時間の誤入力の可能性が高いという点から、120秒を過ぎた場合とした。残り1項目はタイムスタディ調査入力に特徴的な問題である。例えば(1)検温しながら患者から情報収集するなどの、何か一つの業務をしながら別の業務を行う「並列業務」、及び(2)1行の記録に、業務開始、終了時間が1組しかないにも関わらず複数の業務内容が含まれる「同時的記録」という記録時のエラーに関するものであった。この場合、業務が2つ以上発生することになるのに対し、業務時間は1つしか計算されず解析できない。このような場合、情報量の低下を回避するために、業務時間を業務数で按分して再割り当てする。よってこれを自動計算する機能を付加した。なお、異常なデータを入力した場合、エラーメッセージが表示されるように設定した。

以上のエラーチェック機能を有する入力画面を作成した(図2)。

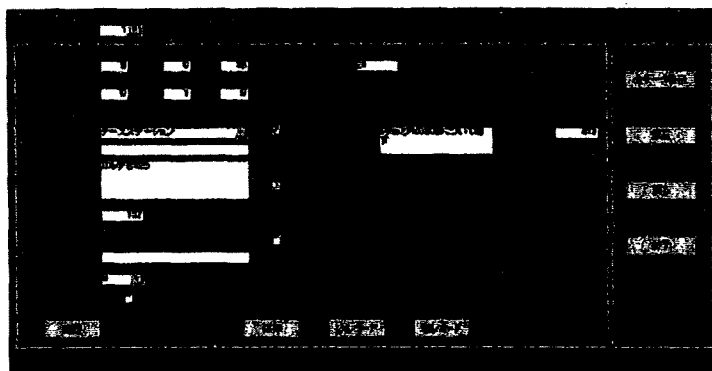


図2：データ入力画面

作成した入力システムは、(1)毎回同じデータを必要とする項目一回の入力で済む。(2)場所、業務内容、看護師番号、患者番号からデータを検索できるという特徴をもつ。

4. システム評価

本研究で作成した新システムと以前のシステムとを用い、2名の入力者に同じデータの入力を行ってもらいシステム使用感をインタビューし入力およびクリーニングにかかる時間を計測した。(1)入力時間は以前のシステムの方が早い結果となった。これは警告など入力作業を中断することが無かったためと考える。入力者の負担、知的作業は新システムの方が多かった。(2)クリーニングに係る時間は新システムの方が短かった。特に事象発生時間に関係するクリーニングは新システムではなくなった。並列業務・同時性記録についての処理は新システムにおいて一応回避できたが不自然な記録となる場合も起こり今後の検討が必要であることがわかった。

参考文献：

[1]大野ゆう子, 看護・医療の研究におけるタイムスタディ. 看護研究 2004;37(4):33-45.

長崎県におけるがん治療均てん化と集中化の検討

歌田 真依* 大野 ゆう子* 堀 芽久美* 志岐 直美* 筒井 杏奈* 持丸 祐子* 早田 みどり**

*大阪大学 大学院医学系研究科 大阪府吹田市山田丘 1-7

**財団法人放射線影響研究所 長崎県長崎市中川 1-8-6

m.utada@sahs.med.osaka-u.ac.jp

要旨

がん医療体制において均てん化と集中化の検討が重要である。均てん化とは、全国どこでも質の高いがん治療を受けることができることで、罹患数の多いがんで重要とされる。一方集中化とは、患者を特定の機関に集め技術集積を行うことであり、小児がんなど希少がん患者の生存率向上のために重要である。均てん化と集中化の指標についての検討は未だ十分にされていない。

本研究では登録率が高い長崎県がん登録を用い、主要5部位及び小児がんを対象に、均てん化と集中化の評価を検討した。対象は長崎県がん登録に1985年から2004年にがんと診断され登録されたもので、均てん化については9つの二次医療圏ごとに地域内治療完結率と5年生存率を算出し、集中化については全罹患者の50%、75%、100%を治療している施設数及び当該群での年平均治療患者数、パレート曲線とジニ係数、年平均治療件数について検討した。

その結果、がん診療拠点病院を有する医療圏に患者が集中する傾向がみられた。これらの医療圏では地域内完結率や5年生存率も高く、離島の医療圏では低かった。部位別にみると、各医療圏における地域内治療完結率の差は、死亡率の高い肺がん和希少がんである小児がんで大きかった。これらの治療が難しいがん患者は、より治療成績のよいと思われる医療施設を受療するため、医療圏を移動する可能性が示唆された。一方、罹患数の多い胃がんと大腸がんの地域完結率は65%以上である。また、主要5部位の県外受診率は減少傾向であった。よって、罹患数の多いがんを、二次医療圏内、長崎県内で治療する医療体制の整備が進んでいると考えられ、がん対策による均てん化の評価指標として用いることができる可能性を示すことができた。主要5部位の患者数は胃がんを除いて増加しており、今後ますます医療の均てん化が重要になると考えられる。

小児がん患者数は減少傾向であり、それに伴い治療機関数も減少していたため、機関数により集中化を判断することは出来なかった。集中化の指標としてのジニ係数は、対象数が少ないとバイアスを含み、患者数が少ない小児がんで用いることの問題点が示された。年平均治療件数と共に分析すると、小児がんの12診断群中最も罹患数の低い肝腫瘍で、ジニ係数と年平均治療件数共に対象期間で増加しており、集中化している可能性が示唆された。主要5部位はいずれも増加傾向であり、特に肺がんの年平均治療件数は男女共に顕著な増加がみられ、質の高い治療を受けるために特定の医療機関に集中化する可能性が示された。

本研究で用いた均てん化と集中化の様々な指標から総合して分析することで、部位や診断群ごとの受療行動や、二次医療圏の医療提供体制を評価することができると考えられる。

Evaluation of Curative Effect for Pediatric OSAS with Image Processing

Wang Yuan-Yuan *, Yuko Ohno *, Masako Taniike **, Kumi kato **,
Ikuko Mouri **, Shima Okada ***

*Osaka University Graduate School of Medicine, Division of Health Sciences
1-7 Yamadaoka, Suita, Osaka 565-0871

** Osaka University Graduate School of Medicine, Molecular Research Center for Child
Mental Development
2-2 Yamadaoka, Suita, Osaka 565-0871

*** Ritsumeikan University, College of Science and Engineering, Department of
Robotics

1-1-1 Noji Higashi, Kusatsu, Shiga 525-8577

E-mail: ouenen@sahs.med.osaka-u.ac.jp

【Abstract】

The surgical treatment for children with obstructive sleep apnea syndrome

Performing nocturnal polysomnography (PSG) on children is very important to assess their sleep quality, however, it is difficult to perform on uncooperative or hypersensitive children with neurodevelopmental disorders. We presented a method of non-restrictive body movement measurement for children using difference image processing, which would compensate for the difficulty of PSG test in children. In this study, before-and-after of the nocturnal movement of the child with obstructive sleep apnea syndrome (OSAS) was observed and investigated by using above system.

Subjects were four children who were diagnosed as OSAS from 3 years old to 6 years old. The PSG and video image were recorded in each subject at before-and-after of the surgical treatment. After the recording the nocturnal movement by the digital video camera, BMP-formatted still images were extracted in a constant rate, and the region of interest (ROI) was specified for high-speed processing. After ROI processing, the image was converted to grayscale, and gray level between frames were detected using difference processing. From difference values, gross movement amount and frequency were calculated.

Comparing with the result of PSG, the amount of body movement per unit time and the percentage of time with body movement at each sleep stage were obtained.

A remarkable change was found in the amount of movement per unit time in all subjects. In the three of four subjects, total body movements and the percentage of time with body movement at each sleep stage showed much difference between the before and the after. The study suggested the change of the nocturnal body movement before-and-after of the medical treatment.

画像処理による特殊行動抽出のための行動パラメータ検討

喜久元香* 大野ゆう子* 清水佐知子* 石井 豊恵* 山田憲嗣**

*大阪大学大学院医学系研究科 (565-0871) 大阪府吹田市山田丘1-7

**大阪大学 臨床医工学融合研究教育センター (565-0871) 大阪府吹田市山田丘2-2

E-mail: kaoru.k@sahs.med.osaka-u.ac.jp

要旨

病院において、いくつかの行動は重篤な結果をもたらす特殊行動として分類・検出される必要がある。たとえばトイレから長時間出てこない、夜間に病棟外に出るなどといった行動は、安全管理の観点から対策を講じることが重要であり、患者の様子を無拘束かつプライバシーを侵害せずに見守るシステムの構築は必須である。特に病院内での自殺手段は一般的な自殺と同じく約半数が縊首であるという報告がある。本研究では動画の差分処理に加えて肌色抽出法等を用いて特殊行動のパラメータ検出の検討を行った。具体的にはトイレ程度の個室を想定し、個室における縊死手段の一つとして顔と両手を上げる行動を俯瞰画像から検出する可能性を検討した。

想定した個室は、縦136cm×横102cm×高さ220cm、カメラの高さは209cmであった。一般成人を対象とし、私服、寝衣、点滴を装着した条件で実験を行った。座位、立位の状態で、特殊行動の例として手を挙げる、食事、前屈で頭を抱える、上を向く、点滴ラインに触る、転倒、壁を叩く、頭をぶつける、嘔吐、便器に上るなどの行動を撮影した。

30fpsで差分処理を行い、2値化と欠損値処理を行って画素面積を比較した(図1, 図2)。図2は、個室に入室し、座位、立位、両手挙上の動作面積を表したものである。その結果、座位、立位を区別し、また両手を挙げる動作や、その繰り返しを面積変化によって検出できる可能性が見出された。差分処理により簡易かつ処理時間も速く動作検出できること、差分画像を残して元画像は破棄することによって患者のプライバシーの配慮も可能であることの示唆を得た。

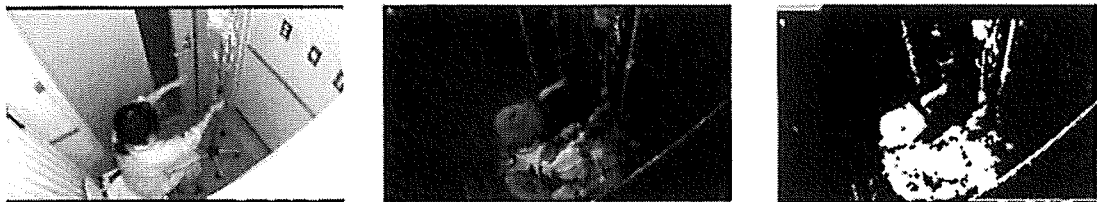


図1. 元画像, 差分画像, 2値化画像

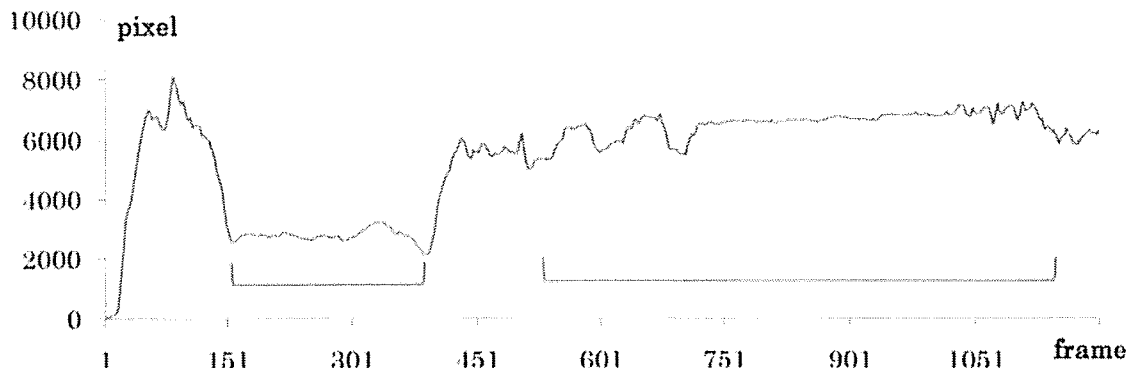


図2. 差分処理による動作検出領域の面積

差分処理を用いた看護師の移動距離の測定と業務量の推定

○薄 雄斗*, 大野 ゆう子*, 山田 憲嗣**, 金谷 一朗***,
川崎 和男***, 岡田 千鶴****

*大阪大学大学院医学系研究科 大阪府吹田市山田丘 1-7

**大阪大学臨床医工学融合研究教育センター 大阪府吹田市山田丘 2-2

***大阪大学大学院工学研究科 大阪府吹田市山田丘 2-1

****国立循環器病センター 大阪府吹田市藤白台 5-7-1

e-mail: susuki@sahs.med.osaka-u.ac.jp

要旨

看護師の業務は日々改善が求められており、業務の客観化、数値化に対する必要性は高い。従来、看護業務は他計式タイムスタディを行うことで看護の業務内容、業務にかかる時間が明らかにされてきた。しかしタイムスタディを行うには、多くの人手が必要であり、調査される側、調査する側共に大きな負担になる。この負担を軽減し看護業務量を計測・評価するシステムの開発が望まれる。そこで本研究では、ナースステーション内で撮影された動画像から差分処理により自動的に看護師の移動距離を求める方法論の開発を試みた。

実際のナースステーション画像をもとに、看護師の頭の色を特徴量として、その行動を追跡した。スネーク法と差分処理による画像処理により自動的に看護師の移動動線の長さを図示できることを確認した。看護師を追跡している様子を図1、看護師の移動軌跡の1例を図2に示す。今後は処理時間の短縮、個人特定の自動化について検討を進める。



図1 看護師の追跡



図2 看護師の移動軌跡

移送業務実態と移送業務からの病棟階設計の考察

野田裕子*, 大野ゆう子*, 石井豊恵*, 清水佐知子*, 吉岡なつき*, 林剣煌*, 岡田千鶴**,
金谷一朗***, 川崎和男***

*大阪大学大学院医学系研究科 大阪府吹田市山田丘 1-7

**国立循環器病センター 大阪府吹田市藤白台 5-7-1

***大阪大学大学院工学研究科 大阪府吹田市山田丘 2-1

h.noda@sahs.med.osaka-u.ac.jp

要旨

看護師の病棟業務において患者移送・移送付き添いは、その時間看護師が病棟から不在となる点で患者安全上大きな問題を含んでいる。一方で、都市地方に関わらず病院は高層設計である場合が多く、移送に際してエレベータを利用せざるを得ない点が移送時間のボトルネックとなっている。そこで本研究では、高層設計病院における患者移送業務の最適設計を検討するものである。最適設計のためにまずは、現状を把握して最適化する。即ち患者属性、移送形態、重症度、移送経路、移送時間帯といった違いによる諸要素を考慮した移送業務モデルを構築する。本報告では、他計式タイムスタディ資料を検討し、移送業務フローを検討し、また各フローでの業務時間を算出した。さらに階層の違いによる移送業務フロー及び所要時間の差異を検討した。

今回他計式対象で対象とした病棟は、循環器系専門治療施設、7階、8階、10階(最高階)の3病棟である。7階病棟は主に不整脈を中心に、弁膜症、心筋症、虚血性心疾患を対象とし、8階病棟は脳血管内科であり、主に弁膜症・心筋症、虚血性心疾患、肺塞栓・肺高血圧症を対象とし、10階病棟は脳卒中の亜急性期から慢性・リハビリ期、脳血管疾患、生活習慣病を対象とした病棟である。調査対象は、病棟看護師、看護助手、クラークとし、搬送発生時点から搬送終了時点までの行動業務記録を他計式で実施した。

結果、患者特性の違いによる病棟間の業務特性が明らかとなった。また、階層に違いによる移送時間特性も示された。これらの結果に基づき、患者特性及び階層による移送時間、移送フローの違いをシミュレーションしたので今回報告する。

大学附属病院における外来受診患者の経年変動と将来予測

堀芽久美*, 大野ゆう子*, 歌田真依*, 清水佐知子*, 村田泰三**, 松村泰志**

*大阪大学大学院医学系研究科 (565-0871) 大阪府吹田市山田丘 1-7

**大阪大学医学部附属病院医療情報部 (565-0871) 大阪府吹田市山田丘 2-15

E-mail : hori.m@sahs.med.osaka-u.ac.jp

要旨

人口の高齢化に伴い、病院を受診する患者は量的のみならず質的にも変化していると考えられる。特に外来受診者特性は病院の医療提供における基本姿勢を示唆するものと考えられる。本研究では、1996年から2008年の間に大学病院の外来を受診した患者の特性の変化を検討し、その結果をもとに2013年までの年齢4階級別での受診者数の将来予測を行った。解析対象は各年の6月、10月の外来受診者で性、年齢(4階級:年少者、生産年齢者、前期高齢者、後期高齢者)、受診診療科、当該病名診断日等の情報を分析した。将来予測については過去のデータに2次式、3次式を当てはめ、最小2乗法によりパラメータを算出し誤差の少ないモデルを選択した。

解析の結果、大学病院の外来受診者は一般人口における高齢化率を大きく上回っていることが明らかとなった(図1、2)。年齢階級別に見ると生産年齢階級以外の受診者数が単調増加傾向にあり、年少階級では一般人口における少子化の傾向とは異なる結果を示した。このことは、人口構成の変化とは別に外来受診者の年齢特性に影響を与える要因があることを示唆している。

本研究の推計では、今後、外来受診者数は急激に増加するという結果となったが、実際には2006年以降の外来受診者数はほぼ安定しており、外来で診察できる人数に限界があることが予想される。

同日複数診療科受診者はすべての階級において増加傾向にあることが明らかとなった。外来診療について患者の利便性を考慮した診察が行われていると考えられる。

今後も人口の高齢化の影響を受け、病院の外来受診者も高齢化傾向が続くと考えられる。また同日複数診療科受診者の増加から今後一層の受診者増加が予想される。しかし外来診察人数には上限がある可能性が示唆されるため、今後は外来診察室数、医師数、外来待ち時間等を考慮した推測を行い、計画的な外来診療の対応を考えることが重要である。

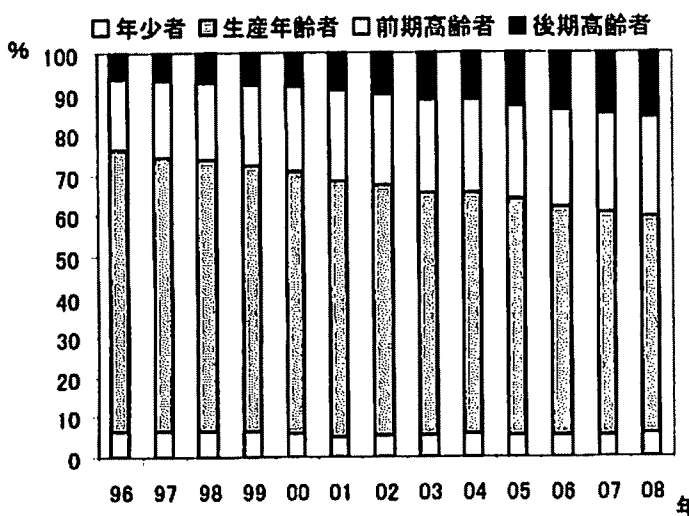


図1 外来受診者年齢4階級別構成割合

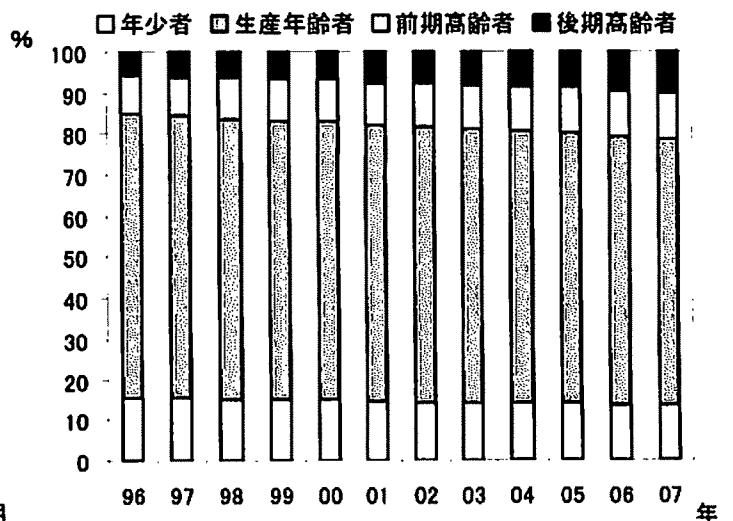


図2 全国人口年齢4階級別構成割合

Visualizing the Impact of Interruptions in Nursing Workflow by using BPMN

Satoko Kasahara¹⁾, Yuko Ohno²⁾, Atsue Ishii²⁾, and Hodaka Numasaki²⁾
 Kochi University¹⁾, Osaka University²⁾
 Correspondence: s-kasahara@kochi-u.ac.jp

Abstract

Objective. Although interruptions have been shown in medical settings to result in errors with serious and sometimes fatal consequences, little is known about the details of interruptions, particularly the impact of interruptions in the nursing workflow. The authors conducted an observational, time-motion study to examine the pattern of changes in workflow through the drawing of flowcharts based on different timings of interruption occurrences.

Methods. Nurses were observed during their day-shift operations for two weekdays in two hospital wards of a public cancer treatment hospital. Each observer followed nursing staff and recorded their tasks and interruptions.

Results. Nurses were interrupted an average of 6 times per hour. To understand the effect of interruptions on the workflow, the timings of the interruptions were examined. Most interruptions, 70.8%, occurred during the transition between tasks, while 24.2% during an indirect care. Only 5.0% of the interruptions occurred during a direct care. Interruptions during indirect tasks and between tasks caused nurses to perform a task in response to the interruption more than 95% of the time. However, only approximately half of interruptions during direct tasks were responded to immediately; the remaining half were postponed. There was a significant difference in the occurrences of tasks stemming from an interruption. However, there were no significant differences in interruption lag and resumption lag in terms of the timing of interruptions. There was a significant difference in the points of time at which clinical decision making was required. There were three times more decision points in the workflow during direct care and during indirect care than during scheduled transitions between tasks.

Conclusions. The results of this study improved our understanding of the impact of interruptions on the nursing workflow. Nurses experience frequent interruptions while providing care in hospital wards. The impact of an interruption depends on its timing. To manage interruptions effectively, it is crucial to understand this timing dependence.

1. Introduction

A hospital nurse executes his/her job systematically, beginning the day by scheduling the work to be done for that day, and managing the complex task of taking care of multiple patients.

As such, the complexity of nursing lies in the fact that the workflow is not linear; cognitive shifts are necessary, from one patient to another, or from one task to another [1-3]; priority orders may be repeatedly modified at any time as a result of clinical decisions based on fragmentary and unpredictable operations [4]; simultaneous execution of multiple tasks may be necessary [5,6]; compulsory shifts of attention caused by new unplanned tasks, and confusion due to interruptions from patients, hospital staff, ME or the medical system, arise [7,8]. In particular, work interruptions are one of the important problems in nursing management, as it relates to errors that affect medical safety and work efficiency [4][9-11].

The adverse effect of interruptions on work efficiency has been discussed in the context of various occupations [12,13] besides medical practice and nursing [14-22], and in all cases it has been shown that an unplanned changes (interruptions) occur in the workflow. As such, studies on the frequency and nature of interruptions in nursing operations, and studies on the correlation between interruption and risk exist, but there are no in-depth analyses on the effect of interruptions on workflow.

Thus, this study aims to elucidate the pattern of changes in workflow through the drawing of flowcharts based on different timings of interruption occurrences.

2. Methods

2.1. Study design

We conducted an observational, time-motion study on day shift nursing operations for two weekdays in two hospital wards, which comprised combined wards for internal diseases and surgery in gastroenterology, in a public cancer treatment hospital (14 wards, 509 beds). Although day shift work hours are from 8:30 to 17:30, our study included subjects' actual working hours from the beginning until the end of their shift, regardless of the time of day.

2.2. Participants

The nursing system was a modular, continuous care system, with 2-3 modules per ward, and each module comprised 3 individuals, i.e., one module leader and two staff nurses. Each participant carried out different functions; the staff nurse exclusively cared for patients while the module leader, in addition to taking care of a similar number of patients as the staff nurse, also performed leader duties.

There were a total of 12 study subjects, including all 3 nurses in one module per ward.

2.3. Ethical approval

The patients were notified about the study beforehand by the hospital director and nursing director. Their approval was obtained upon clarifying that the subjects of the study were the medical staff and not the patients. Ward staff was told about the study by the nursing director and the head nurse of the ward.

Regarding the handling of patient and medical staff data, the hospital staff was asked to encode all patient names with ID numbers, including the names written on recording forms, thereby ensuring that patient names would remain secure within the hospital.

2.4. Data collection

We used a continuous observation method in which one observer recorded one study subject's behavior. We investigated the nurses' day shift from the beginning to the end. The record included work start time and end time, location, work performed, and to whom a particular task was directed [23,24].

In addition, after the investigation, study subjects were interviewed and checked as to whether they had missed or omitted any task, given any task to another individual, or had left anything uncompleted.

2.5. Data analysis

Since work content records in a time study are not based on a strict format, we needed a standardized terminology for recording, namely a task classification system, in order to statistically analyze them. We used the same task classification system that we employed in previous studies. It consists of a hierarchy of three layers: "main category" – "sub category" – "specific category" [25].

For data entry, we used not only classification codes, but also entered freely written words, so as to enable a switch to a more appropriate classification in the future and to enable qualitative analysis.

Apart from the aforementioned task classification, work contents were classified into direct tasks and indirect tasks. Direct tasks were defined as services that were provided by a nurse in which direct interaction with a patient was involved, while indirect tasks were defined as those other than direct tasks.

The coding format for the data was defined by the Osaka Time-Motion Study Group of academic researchers and experienced clinical staff. The format consisted of up to 91 items for nurses. The documented records were organized and entered into a time-motion study database using a specific format devised by trained coding specialists [26].

An activity chart in Unified Modeling Language (UML) can be used as a standard method for presenting a business process as a workflow. However, as UML is

more of an implementation-based modeling language, we decided to use instead Business Process Modeling Notation (BPMN), which is an easier and more expressive language.

3. Results

3.1. Frequency of interruptions

Data on a total of 12 day-shift nurses, amounting to a total of approximately 122 hours, were analyzed. The number of analyzed records totaled 14,453.

Among the total of 14,453 records, 1,413 represented interruptions (9.8%). Of these, 687 records (4.8%) represented the recorded nurse interrupting another individual, and these accounted for nearly half of all interruptions. The following analysis focuses on 703 records (4.9%) representing interruptions by another individual and 23 records (0.2%) representing self-interruptions.

The actual work time excluding breaks averaged 10 hours, 10 minutes and 36 seconds (SD: 46 minutes and 39 seconds) per nurse. The number of interruptions during work averaged 60.6 (SD: 11.3). Interruptions occurred on average 6 times per hour (SD: 1.3) and showed a variation ranging from 4.2 to 9.5 times per hour.

Interruptions did not occur at regular time intervals but tended to be scattered; for example, multiple interruptions occurred in a short period of time.

3.2. Timing of interruptions

To understand the effect of interruptions on workflow, the timing of the interruptions was examined. We illustrate an activity chart of the nurses who were observed. The timings of interruptions could be classified into the following three types. Most interruptions, 70.8%, occurred during the transition between tasks (between tasks), while 24.2% occurred during indirect tasks (indirect care); interruptions during direct tasks (direct care) accounted for only 5.0%.

3.3. Workflow change patterns in relation to interruption timing

Figure 1 shows a diagram of a normal workflow with no interruptions. BPMN was used and workflow change patterns for different interruption timings are indicated (Figure 2-4).

3.3.1. Points of clinical decision making. Of the Gate Ways (GW) shown in the diagrams, GW1 in Figure 2, and GW1, GW2 and GW5 in Figures 3 and 4, represent the time points at which a clinical decision was required and nurses had to make a decision.

3.3.2. New tasks caused by interruptions. There was a statistically significant difference in the percentage of the occurrences of new tasks arising from interruptions

with respect to the timing of interruptions. The highest percentage of occurrences of intervening tasks, 58.3% (vs. during indirect care, Fisher's test, $p < 0.005$, vs. between tasks, Fisher's test, $p < 0.001$), was during direct care, followed by tasks during indirect care, 32.4% (vs. between tasks, Fisher's test, $p < 0.05$), and tasks between tasks, 23.3%.

3.3.3. Response patterns to tasks caused by interruptions. The responses to the interruptions depended on the timing of the interruption; the response might be to take immediate action, to refuse to respond, or to postpone a response.

Interruptions during indirect tasks and between tasks were immediately responded to 95.4% and 96.9% of the time, respectively. However, only approximately half (55.6%) of the interruptions during direct tasks were responded to immediately; the remaining half were postponed. Moreover, only one rejection (0.6%) occurred during an indirect task.

3.3.4. Interruption lag. The interruption of workflow caused a delay in the starting time of the next planned task, as well as a delay in the starting time of the task that was created by the interruption. At all clinical decision time points, responding to the interruption at GW1 resulted in a delay in the starting time of the next task, whereas a delay in starting time of the task created by the interruption was reduced.

Postponing a response, however, yielded the reverse result. Interruptions during a task generated a workflow option to postpone the interruption at GW2, resulting in the lowest delay in starting time for the next task, whereas the starting time of the task created by the interruption was further prolonged.

"Interruption lag" is defined as the time lag between an interruption and the starting time of the task created by the interruption. Interruption lag was greatest, on average 9 minutes and 2 seconds, when the interruption occurred during a direct task. However, there were no significant differences in interruption lag with respect to the timing of interruptions.

3.3.5. Resumption patterns after interruption. It is necessary to resume the interrupted task after completing the intervening task. However, a negative reaction may ensue, such as forgetting to return to the initial task, shortening the task, or asking someone else to perform the task. However, in the survey conducted after completion of the investigation, the subjects of this study answered that there were no such negative reactions.

3.3.6. Resumption lag. We define "resumption lag" to be the time between the end of the interruption and resumption of the interrupted task. The average resumption lag was 1 minute 21 seconds for direct care and 1 minute 33 seconds for indirect care. However, there were shown no significant differences in resumption lag with respect to the timing of interruptions.

4. Discussion

4.1. Frequent interruptions

The frequency of interruptions varies depending on the specific occupation and medical specialty. For example, in one case, an emergency room physician was interrupted 30 times in one hour [19]; other cases showed that physicians and nurses were interrupted approximately 11 times per hour [18]. Moreover, it was reported that emergency room physicians were interrupted three times more often than primary care physicians [27]. Potter et al. [2] found that nurses experienced an average of 3.4 interruptions per hour and 47% of the interruptions occurred as they performed interventions. Ebricht et al. [7] reported that nurses experienced numerous interruptions while providing care on surgical units. In three blocks of time, the number of interruptions ranged from seven to 31 with a mean of 19 (almost 6 per hour). Our study demonstrated that nurses were frequently interrupted and that 29.2% of the interruptions (24.2% during indirect care, 5.0% during direct care) occurred as the nurses were performing tasks, a lower rate than Potter's study found [2].

4.2. Overtime work caused by interruption

We observed that a difference in the timing of interruptions implied a difference in the workflow-path and in the order of tasks. We also observed that the probability of traversing each path depended strongly on the timing of the interruption. These results suggest the necessity of separation of the timings and the workflow paths for significant evaluation of overtime work. The extra work time, consists mostly of the time of interruption itself and that of intervening tasks. The interruption can also disrupt a task. The interrupted task should take longer if it is a direct task, which requires more concentration than an indirect one.

An important question is the extent such events disrupt a nurse's cognitive focus. There is an increasing possibility that such disruptions prolong the switching-time costs for the next task. When people perform higher complexity tasks, they use a cognitive function called "executive control" [28]. It has two main activities: goal shifting (i.e., do this now rather than that) and rule activation (i.e., turning off the rule for one task and turning on the rule for another) that help people unconsciously switch from one task to another [28]. Although these activities take only a few tenths of a second, repeated switching between tasks can add extra time to both tasks [28]. The durations of these activities depend additively on rule complexity [28]. Most nursing work consists of complex tasks such as transfer of patients who have cardiac problems (a direct task) and medication preparation (an indirect task). Therefore, when a nurse is interrupted during a task or alternates rapidly between interrupted and interrupting tasks, and it takes far longer to get the tasks done than it would they if the interruption had occurred during a transition

between tasks. In addition, intervening tasks occur more often during indirect tasks or during transitions between tasks than during direct care. These observations suggest the importance of the timing of the interruption in relation to the amount of overtime work.

4.3. Operational failures caused by interruption

Data from this study showed that the time interval of interruptions was not constant. Parker et al. [29] found that a span of as short as 10 seconds between two interruptions can result in an individual forgetting to carry out a task. Ebright and colleagues [7] described stacking to be a nurse's organizational skill in moving on to other care activities to prevent down time when she/he is not able to complete a care process. When interruptions occur frequently, a rapid increase in stacking arises. The probability of choosing to deal with an interruption and the risk incidence rate depend on the number of stackings at the time of the interruption, and the stacking capacity of the nurse. A rapid increase in stacking and stacking capacity are associated with the risk of errors in multitasking and time-pressure situations, and further study is needed to determine the extent of the problem.

Potter et al. [2] said that a nurse begins her shift by reviewing each patient's priorities and then proceeds with an intended set of care activities. However, a patient's clinical situation frequently changes and unplanned tasks resulting from interruptions frequently occur; nurses must frequently reschedule care activities by waiting for processes or by accessing resources. Potter et al. [2] found that a fourth of the interruptions preceded a cognitive shift and interruptions do move a nurse's attention from one patient to another, either because of the distraction or because the nature of the interruption requires a redirection in care. Their findings suggested the number of and timing of clinical decisions vary depending on the timings of interruption. Decision making after interruptions of direct or indirect tasks is three times more often than after interruptions during transitions between tasks. At such points, nurses use goal shifting and executive control (rule activation) [28]. Therefore, inappropriate judgments at each point create a high risk of errors. When a nurse makes a judgment after interruption of direct or indirect tasks in GW1 situations, they could easily forget the proper subsequent task, omit certain actions or perform them incorrectly. Tasks resulting from interruption are immediately responded to in 90% of the indirect care situations. Since some interruptions that occur during indirect tasks are medication preparations, they may have serious consequences. More study is needed about this possibility. On the other hand, tasks resulting from interruption are 60% likely during direct care. Nurses stop the interrupted task and resume it only after completing intervening tasks. This suggests that inadequate judgment could increase the risk of error and degrade quality of care.

5. Conclusion

Nurses experienced frequent interruptions while providing care in hospital wards. This study raises concern about how interruptions affect nursing workflow, by diagramming BPMN about changes in the nursing workflow caused by interruption according to the timings of the interruptions. This method reveals the changing pattern and its content, time points of risk, and the effect on overtime work. The impact of interruptions in the nursing workflow varies depending on the timing of the interruptions. To manage the interruptions, it will be crucial to understand these differences.

Acknowledgments

We would like to thank all the nursing staff who allowed us to observe their work. This study was supported in part by a Grant-in-Aid for Scientific Research (B-15310119) and a Grant-in-Aid from the Ministry of Health, Labor and Welfare of Japan.

References

- [1] Potter P, Boxerman S, Wolf L, Marshall J, Grayson D, Sledge J, et al. Mapping the Nursing Process: A New Approach for Understanding the Work of Nursing. *Journal of Nursing Administration*. 2004; 34(2): 101-109.
- [2] Potter P, Wolf L, Boxerman S, Grayson D, Sledge J, Dunagan C, et al. Understanding the Cognitive Work of Nursing in the Acute Care Environment. *Journal of Nursing Administration*. 2005; 35(7-8): 327-335.
- [3] Wolf L, Potter P, Sledge J, Boxerman S, Grayson D, Evanoff B. Describing Nurses' Work: Combining Quantitative and Qualitative Analysis. *Human Factors*. 2006; 48(1): 5-14.
- [4] Tucker A, Spear S. Operational failures and interruptions in hospital nursing. *Health Services Research*. 2006; 41(3p1): 643-62.
- [5] Laxmisan A, Hakimzada F, Sayan OR, Green RA, Zhang J, Patel VL. The multitasking clinician: Decision-making and cognitive demand during and after team handoffs in emergency care. *International Journal of Medical Informatics*. 2007; 76(11-12): 801-811.
- [6] O'Leary KJ, Liebovitz DM, Baker DW. How hospitalists spend their time: insights on efficiency and safety. *Journal of hospital medicine (Online)*. 2006; 1(2): 88-93.
- [7] Ebright PR, Patterson ES, Chalko BA, Render ML. Understanding the Complexity of Registered Nurse Work in Acute Care Settings. *Journal of Nursing Administration*. 2003; 33(12): 630-638.

- [8] Gurses A, Carayon P. Performance obstacles of intensive care nurses. *Nursing Research*. 2007; 56(3): 185-94.
- [9] Beyea SC. Distractions, Interruptions, and Patient Safety. *AORN*. 2007; 86(1): 109-110, 112.
- [10] Carayon P, Gurses AP. A human factors engineering conceptual framework of nursing workload and patient safety in intensive care units. *Intensive and Critical Care Nursing*. 2005; 21(5): 284-301.
- [11] Carayon P, Hundt AS, Karsh B, Gurses AP, Alvarado CJ, Smith M, et al. Work system design for patient safety: the SEIPS model. *Quality and Safety in Health Care*. 2006; 15(suppl_1): i50-58.
- [12] Brown KA, Mitchell TR. Performance obstacles for direct and indirect labour in high technology manufacturing. *International Journal of Production Research*. 1988; 26(11): 1819-1832.
- [13] Dismukes K, Young G, Sumwalt R. Cockpit interruptions and distractions: effective management requires a careful balancing act. *ASRS Directline*. 1998; 10: 4-9.
- [14] Brixey JJ, Robinson DJ, Tang Z, Johnson TR, Zhang J, Turley JP. Interruptions in workflow for RNs in a Level One Trauma Center. *AMIA*. 2005; 86-90.
- [15] Brixey JJ, Robinson DJ, Johnson CW, Johnson TR, Turley JP, Zhang J. A concept analysis of the phenomenon interruption. *Advances in Nursing Science*. 2007; 30(1): E26-42.
- [16] Brixey JJ, Robinson DJ, Turley JP, Zhang J. Initiators of interruption in workflow: the role of MDs and RNs. *Studies in Health Technology & Informatics*. 2007; 130: 103-109.
- [17] Brixey JJ, Robinson DJ, Johnson CW, Johnson TR, Turley JP, Patel VL, Zang J. Towards a hybrid method to categorize interruptions and activities in healthcare. *International Journal of Medical Informatics*. 2007; 76(11-12): 812-820.
- [18] Brixey JJ, Tang Z, Robinson DJ, Johnson CW, Johnson TR, Turley JP, et al. Interruptions in a level one trauma center: A case study. *International journal of medical informatics*. 2008; 77(4): 235-41.
- [19] Chisholm C, Collison E, Nelson D, Cordell W. Emergency Department Workplace Interruptions Are Emergency Physicians "Interrupt-driven" and "Multitasking"? *Academic Emergency Medicine*. 2000; 7(11): 1239-1243.
- [20] Coiera E, Tombs V. Communication behaviours in a hospital setting: an observational study. *BMJ*. 1998; 316(7132): 673-676.
- [21] Fairbanks R, Bisantz A, Sunm M. Emergency department communication links and patterns. *Annals of Emergency Medicine*. 2007; 50(4): 396-406.
- [22] Gabow P, Karkhanis A, Knight A, Dixon P, Eisert S, Albert R. Observations of Residents' Work Activities for 24 Consecutive Hours: Implications for Workflow Redesign. In *American Medicine*. 2006; 81: 766-775.
- [23] Ishii A, Ohno Y, Kasahara S, Hirakawa K, Kitamura Y, Hagimoto A, et al. The Study of the Relationship Between Patient Status Indicators and Patient's Care Time Using Multilevel Analysis. *Japan Journal of Medical Informatics*. 2002; 22(5): 367-375.
- [24] Numasaki H, Harauchi H, Ohno Y, Inamura K, Kasahara S, Monden M, Sakon M. New classification of medical staff clinical services for optimal reconstruction of job workflow in a surgical ward: Application of spectrum analysis and sequence relational analysis. *Computational Statistics & Data Analysis*. 2007; 51: 5708-5717.
- [25] Numasaki H, Ohno Y, Ishii A, Kasahara S, Fujimoto H, Harauchi H, et al. Workflow Analysis of Medical Staff in Surgical Wards Based on Time-Motion Study Data. *Japan Hospitals*. 2008; 27: 75-80.
- [26] Numasaki H, Kasahara S, Ishii A, Furukawa Y, Iinuma M, Kou H, Kitamura Y, Hagimoto A, Saika K, Harauchi H, Inamura K, Ohno Y. Data Management in Time and Motion Study. *KANGO-KENKYU*. 2004; 37(4): 319-332.
- [27] Chisholm CD, Dornfeld AM, Nelson DR, Cordell WH. Work interrupted: A comparison of workplace interruptions in emergency departments and primary care offices. *Annals of Emergency Medicine*. 2001; 38(2): 146-151.
- [28] Rubinstein J, Meyer D, Evans J. Executive Control of Cognitive Processes in Task Switching. *Journal of Experimental Psychology - Human Perception and Performance*. 2001; 27(4): 763-797.
- [29] Parker J, Coiera E. Improving clinical communication: a view from psychology. *Journal of the American Medical Informatics Association*. 2000; 7(5): 453-461.