



図 7 VR 大腸内視鏡トレーニングシステム

像が再現され、穿刺した部位、角度、深さなどが適切であったか、否かを学習者は知ることができる。われわれも VR を利用して右鎖骨下静脈から穿刺する中心静脈穿刺および腰椎穿刺のシミュレータを製作中であり³⁾、今後さまざまなタイプの VR を利用した穿刺手技のトレーニング用シミュレータが利用できるようになるであろう。

2) 検査手技

透視下の冠状動脈形成術、上部消化管および大腸内視鏡、気管支鏡、腹部超音波検査などが VR を利用したトレーニング用シミュレータとして利用されている。その有用性も報告されている⁴⁻⁶⁾。学習者は穿刺と同様に CG のディスプレイを見ながらシミュレーション用の内視鏡、超音波探触子を操作する (図 7)。学習者の操作はすべてモニターされ、操作終了後、穿刺操作と同じように遅滞なく評価結果が学習者にフィードバックされる。

3) 手術手技

VR 技術は手術操作のトレーニングまで可能にした。この分野の多くのシミュレータは鏡視下手術のトレーニング用に開発されてきた。術者は実際の手術の場合もモニターを通して術野を見ることから、VR 画面と類似性があり、この手術のトレーニングには VR モデルは適している。初期のモデルは鏡視下手術の基本操作のトレーニング用であったが、最近では CG によって臓器を再現し、それらに対する手術のトレーニングができるようになった。腹腔鏡手術では組織を鉗子でつかみ、

切断し、血管をクリッピングし、縫合するというようなトレーニングを CG の臓器に対して行えるようになってきた。操作後のフィードバックも穿刺、検査手技と同様評価結果も含めて行われるため、高い学習効果がある。

おわりに

外科手技は技術の進歩によりますます高度化し、複雑化している。このような状況で、何のトレーニングもなしに患者に対してそれを実施することは困難であり、今後外科医にとってシミュレータを使ったトレーニングは必須になってくるであろう。

人体モデルを利用した単純な縫合のトレーニングから VR を利用した鏡視下手術のトレーニングまで広範な領域のトレーニングがシミュレータを利用して可能になってきた。数千円の臓器モデルから何千万円もする VR 装置まであり、必ずしも誰もが利用できるわけではない。今後このようなシミュレータを利用したトレーニングシステムが費用対効果の面でもどの程度有用であるのか、検証していく必要がある。

文 献

- 1) Kneebone R : Simulation in surgical training : educational issues and practical implications. *Medical Education* 37 : 267-277, 2003
- 2) 田辺政裕 : 新しい外科学教育—第 20 回外科教育学会報告から—。 *千葉医学* 76 : 273-275, 2000
- 3) 田村信彦, 津村徳道, 三宅洋一, 他 : 連続関数変形モデルを用いた皮膚の変形, シミュレーションと医療トレーニングシステムへの応用. *Med Imag Tec* 22 : 1-6, 2004
- 4) Datta V, Mandalia M, Mackey S, et al : Evaluation and validation of the virtual reality based flexible sigmoidoscopy trainer. *Gut* 1 (Supple) : A 1-A 124, 2001
- 5) Aabakken L, Adamsen S, Kruse A, et al : Performance of a colonoscopy simulator : experience from a hands-on endoscopy course. *Endoscopy* 32 : 911-913, 2000
- 6) Colt HG, Crawford SW, Galbraith O III : Virtual reality bronchoscopy simulation : a revolution in procedural training. *Chest* 120 : 1333-1339, 2001

Simulators in Surgical Training

MASAHIRO TANABE

Post-graduate and Continuing Medical Education Center, Chiba University Hospital

Key words : Simulation, Surgical skills, Computer technology, Virtual reality, Computer graphics.

Jpn. J. Pediatr. Surg., 36(8) ; 1074~1079, 2004.

Surgical skills are required by a variety of health care professionals. These procedures range from simple wound closure to highly complex therapeutic methods. The traditional model of surgical training hinges on 'learning by doing'. As real patients are involved at every stage in this process, there is growing pressure for the training process to be transparent, for it to be ensured by objective measures, and for alternatives to patients-based training to be used wherever possible. Computer technology is advancing rapidly, and many simulations are available. It is time to consider that simulations for surgical skills must be used within the learning environment.

* * *

原著

ハプティック・テクスチャを用いた
医療トレーニングシステムの開発

田村信彦 津村徳道 三宅洋一 田辺政裕 山浦 晶

VR医学

Japanese Journal for Medical Virtual Reality

2004

Vol. 3 No. 1 通巻3号

別刷

日本VR医学会

Japanese Society for Medical Virtual Reality

<http://www.jsmvr.umin.ne.jp>

原著

ハプティック・テクスチャを用いた 医療トレーニングシステムの開発

田村信彦¹⁾, 津村徳道¹⁾, 三宅洋一²⁾, 田辺政裕³⁾, 山浦 晶³⁾

1. はじめに

CT, MRI に代表される医療画像診断や遺伝子治療など医学は他分野との連携により診断, 治療の幅を広げ, 今日我々に多大な恩恵を与えている。VR (人工現実感) 技術もまた, 新しい医療の可能性を切り開く分野の1つとして近年注目を集めている。

VR とは, コンピュータ上に VR 体験者に提供す

る仮想環境データを保持し, 複数の機器により視覚的, 触覚的に再現, フィードバックを行い, 仮想環境を認知させる技術である。臨床における経験でしか学習できなかったものを体験できるため, VR 技術は医療トレーニングシステムとの親和性, 応用性がきわめて高く, 医学教育の飛躍的發展をもたらすものと考えられている。VR 技術の術前教育への応用として, 向井らは眼科手術シュミュレータ, 脳神経外科手術シュミュレータなどを提案している¹⁾。

Development of Medical Training System Using Haptic-Texture

Nobuhiko TAMURA, Norimichi TSUMURA, Yoichi MIYAKE, Masahiro TANABE, Akira YAMAURA

Abstract :

A training system for central venous injection is proposed. Central venous injection is a part of central venous catheter (CVC) placement. In the CVC placement first, the needle is inserted to the vein. Then catheter is passed along the needle. During the insertion of the needle, pneumothorax and damages to the vein should be avoided. In proposed training system, we can virtually perform the injection to the human which is visually and haptically rendered. The 3D structure of human body was reconstructed from CT images using surface rendering technique. Using stereoscopic glasses, the life sized virtual human is displayed. Calculation method of haptic texture which defines the hardness at human surface is proposed. We realized virtual palpation by using haptic texture. Measurement method of the parameter used in haptic texture model is also proposed. PHANToM haptic device is used for recording and reproducing the sense of touch to cancel out the error each other. We also applied the calculation method of haptic texture to medical training system for the lumbar puncture.

Key words :

Virtual reality, Medical training system, Haptic texture, Central venous injection, Lumbar puncture, PHANToM

1) 千葉大学自然科学研究科, Graduate School of Sci. & Tech. Chiba Univ.

2) 千葉大学フロンティアメディカル工学研究開発センター, Research Center for Frontier Medical Engineering, Chiba University

3) 千葉大学医学研究院, School of Medicine, Chiba University

また、商業ベースでは、MIST VRのような内視鏡手術トレーニングシステムなどがあげられる。

本論文では仮想人体の体表面に異なる弾性をマッピングするハプティック・テクスチャの構成法を提案し、これを用いて中心静脈穿刺トレーニングシステムの構築を行った。中心静脈穿刺は中心静脈栄養法において重要な手技の1つである。中心静脈栄養法は、中心静脈に約2mmの細い管（中心静脈カテーテル）を挿入し、このカテーテルから点滴をする方法である。中心静脈は心臓の近くを通っており、他の血管に比べて太い（図1）。このため、手足の細い血管からの点滴より、多くの栄養素、高いカロリー、水分補給ができるのが特徴である。特に、手術前後の脱水の改善や栄養状態の維持にきわめて有効である。

中心静脈にカテーテルを留置するには、まず鎖骨の中間あたりから穿刺針を刺して鎖骨下静脈へ到達させる必要がある。しかし、鎖骨下静脈の近くには肺、鎖骨下動脈などがあり、注射針による肺損傷（気胸）、血管損傷（出血）などを起こさないように穿刺を行わなければならない。すなわち、鎖骨下静脈は安定性に優れ、長期留置に適する一方で、体表から観察ができず、また解剖学的にも難しい位置にあり、穿刺に当たって習得が困難な部位といえる。鎖骨下静脈穿刺は臨床において頻繁に利用する手技であるにもかかわらず、未だ有効な練習方法が開発

されていなかった。

本論文で提案する中心静脈穿刺トレーニングシステムでは、CT画像をもとに3次元再構成を行い、実物と同スケールでの立体視を用いて人体を表示し、仮想的に穿刺を行うことが可能である。力覚再現にはSensAble Technologies社製PHANTOMを用いた。中心静脈穿刺では触診により鎖骨の位置を把握し、穿刺を行う個所を決定するため、リアルな触覚再現が重要となる。本研究では仮想人体に対するリアルな触診を可能にするため、連続体力学に基づき、人体表面の場所ごとに異なる弾性を割り当てる、いわばハプティック・テクスチャの構成方法を提案する。

CGの分野ではリアルな質感を再現するため、3次元形状の各ポリゴンに対し、拡散反射・鏡面反射カラー、バンプ、屈折など物理パラメータを割り当てる。これらをテクスチャと呼ぶことになって、本研究では体表の各点に割り当てられる触覚データの総体をハプティック・テクスチャと呼ぶことにする。

本論文では、現在開発を進めている腰椎穿刺トレーニングシステムにおけるハプティック・テクスチャの応用についても簡単に紹介を行う。

2. 中心静脈穿刺シュミュレータ

中心静脈穿刺において、穿刺位置、角度は穿刺針を静脈に到達させるうえできわめて重要である。それゆえ、トレーニングシステムでは人体の解剖を正確に再現・表示する必要がある。本研究では胸部CTスライス像390枚をもとにマーキングキューブ法により3次元再構成を行い、鎖骨、肋骨、胸骨、肺、気管、血管、体表面など穿刺に主要な部位の表面形状を取得した。血管等は造影剤を用いて撮像することにより、その3次元形状を取得した。マーキングキューブ法では、閾値の設定により、閾値に対応する部位の表面形状が得られるが、本研究では血管造影を行ったため、骨と血管のCT値が近く、3

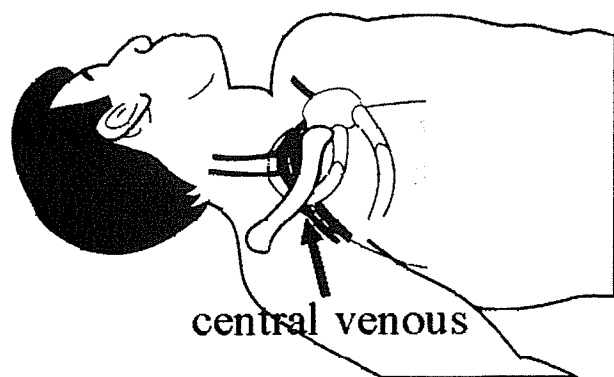


図1 中心静脈
Figure 1. Central venous

次元形状が同時に取得されてしまう。このため、ポリゴン編集ソフトウェアなどを利用し、手動で分離を行った。

マーチングキューブ法により抽出されたポリゴンは、CTの解像度にも依存するが、高密度である。しかし、体表面などの滑らかな部分では少ないポリゴン数でも十分に形状を再現できる。そのため、むしろポリゴン数が多いことによるシステムへの負荷が問題になるため、本研究では最適にポリゴン・リダクションを行った。これにより、例えばある平面が複数のポリゴンにより構成されていた場合など、これを単一のポリゴンに置き換えることにより、オリジナルの形状を保持したまま、計算負荷を大いに軽減することができる。

表示の際にはCTデータに含まれるサンプリング情報に基づき、実物と同スケールでの立体視を用いて人体を表示し、臨床に近い環境を計算機上で再現した。本システムでは、皮膚を半透明にする動作モードを用意し、体表を通して骨格や静脈が観察できるなど、術野の解剖学的位置の把握を助長する機構を付与した。この際に立体視が果たす役割は多大である。すなわち、立体視により仮想人体を3次元的に表示することで、従来解剖図による3次元形状の間接的理解を超え、直接的に臓器間の位置関係を把握することが可能となる。さらに、実物と同スケールで立体表示を行うため、本システムでの経験がそのまま臨床に活かされるものと考えられる。

立体視には液晶シャッターメガネを用いた。立体視による不快感を軽減するため、鎖骨付近が視差0の領域、すなわちディスプレイ面にくるように調整した。立体表示された人体は計算機上で回転、平行移動させることができ、ユーザーは任意の視点から手技のトレーニングを行うことが可能である。

本システムでは、SensAble Technologies社製PHANToMを用いて触覚を再現した。臨床においては触診により鎖骨の位置を把握し、穿刺針を一旦、鎖骨に当て、その下を潜らせて静脈に到達させるなど、触覚に頼るところが大きい。PHANToMは触覚

デバイスの代名詞とも呼べる存在であり、本研究で用いたPHANToM Premiumではスタイラスの角度3自由度、位置3自由度の合計6自由度の入力に対応し、反力はスタイラス先端にかかる3自由度の出力が可能である。本システムではスタイラスを注射器に見立て、反力を再現する。

本研究では、CTデータから人体の表面形状に加え、人体内部の鎖骨、肋骨、胸骨、肺、気管、血管などの形状情報を取得し、各形状に対して反力設定を行った。これにより、皮膚を穿刺した後、穿刺針が鎖骨などの部位に当たる感觸の再現が可能となった。

しかし、同じ皮膚であっても、場所ごとに異なる硬さを持つことは周知の事実である。むしろ、そのような触覚の空間的差異から、触診により骨格などの位置を推定することができるのである。本研究では独自の触覚再現アルゴリズムを用いて、体表の各点に対して、体表下の解剖に基づき弾性を計算し、割り当てることにより、リアルな触覚再現を行った。また、弾性率などの反力再現時に必要となるパラメータはPHANToM自身を用いて計測を行い、測定時と再現時における誤差を相殺した。

本システムでは、手技タスクや技能習得を補助する付加的機能も開発した。人体を計算機上でリアルに再現することは、いうまでもなく重要であるが、それだけでは医療トレーニングシステムとして不十分であり、タスクのような枠組みを与える必要がある。本システムでは中心静脈穿刺を触診による穿刺位置の決定、穿刺角度の決定、穿刺の3段階に分け、各ステップで意図的に自由度を制限した。例えば、角度決定のステップでは位置を動かすことができないように、次式で与えられる反力を加えるよう設定した。

$$f = -k(x - x_0) \quad (1)$$

ここで、 f はスタイラス先端にかかる力、 x はスタイラス位置、 x_0 は前ステップで決定した穿刺位



図2 中心静脈穿刺トレーニングシステム

Figure 2. Training system for central venous injection

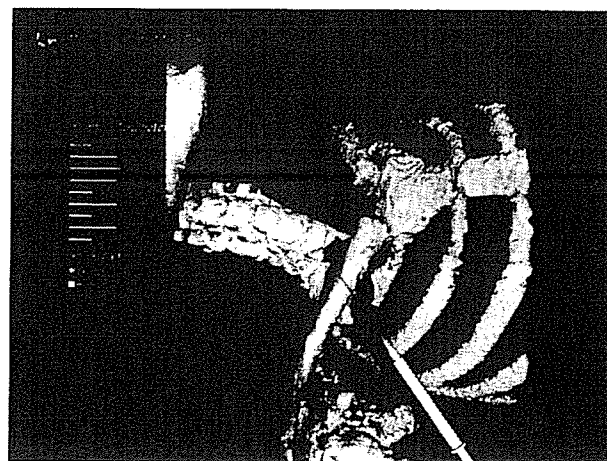


図3 体表透過表示

Figure 3. Transparent mode

置, k は定数であり, この定数を大きく設定することにより, スタイラス先端を穿視点 x_0 に固定する。穿刺時には, 前ステップの穿刺角度決定の際に定めた方向ベクトル \mathbf{n} を用いて (2) 式のような反力を加え, スタイラスの移動を一直線上に制限する。

$$\mathbf{f} = C_1 [\mathbf{n} \cdot (\mathbf{x} - \mathbf{x}_0) \{ \mathbf{n} - (\mathbf{x} - \mathbf{x}_0) \}] \quad (2)$$

ここで C_1 は定数である。皮膚組織を穿刺針が切り裂いて進む際の反力は, スタイラス速度と反対方向に速度に比例するよう定めた。穿刺針が止まった場合には抵抗がなくなる。

本システムでは, 肺への誤穿刺に対するメッセージ表示機能や録画再生機能を備えた。手技の再生画面では, 穿刺針と血管の走行を取り出し, 適切な角度で穿刺しているか, 確認することができる。

以上に述べたコンポーネントすべてを統合し, トレーニングシステムを実現する。図2にシステムの概観, 図3に体表透過表示での画面を表す。

3. ハプティック・テクスチャ

3.1 触診時の反力のモデル化

本トレーニングシステムでは触診により, 体表下の解剖を推測し, 穿刺位置を決定する。そのため,

ハプティック・テクスチャを用いて, 体表の各点に対し, 異なる弾性を付与する必要がある。本研究で用いたハプティック・テクスチャの構成法は, 連続体力学における次の知見に基づいている。すなわち, 図4に示す長さ L , 上部の面積 A の一様な弾性率 E を持つ弾性体に垂直に力 F を加えた場合の縮みを ΔL とする。この際, 物体が受ける応力 σ は

$$\sigma = \frac{F}{A} \quad (3)$$

であり, ひずみは

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L} \quad (4)$$

により表すことができる。また, 応力とひずみの関係式

$$\sigma = E\varepsilon \quad (5)$$

が成り立つため, (3), (4), (5) 式から (6) 式の力と変位の関係を得ることができる。

$$F = k\Delta L, \quad k = \left(\frac{AE}{L} \right) \quad (6)$$

(6)式における k をフックの法則におけるバネ定

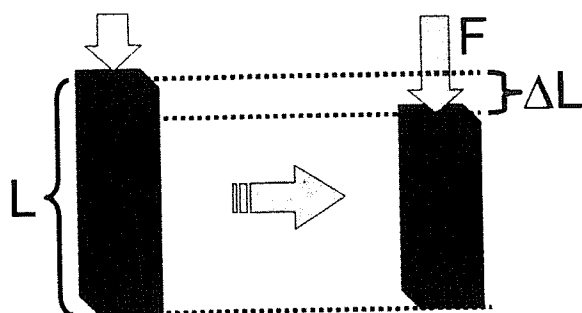


図4 負荷と変位

Figure 4. Load and displacement

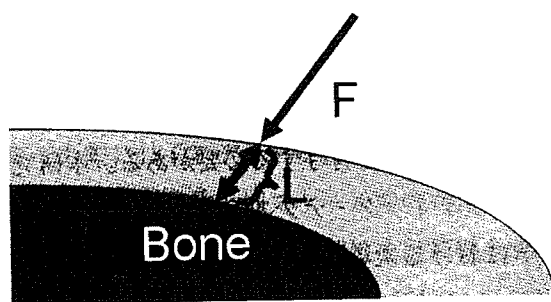


図5 触診ジオメトリのモデル化

Figure 5. Model of palpation

数とみなした場合、バネ定数が弾性体の長さの逆数に比例していると考えられる。この事実に基づいてハプティック・テクスチャの構成を考えると、図5において図4の L に相当する部分は、体表接触点から力を加える方向に伸ばした直線と骨との交点までの距離であると考えられる。すなわち、(6)式から体表の硬さ k は接触点と骨との距離に反比例すると結論づけることができる。この結論は骨の近くは硬いという直感的な理解に適合しているため、本研究では触診時の反力計算をこのモデルに基づいて行い、ハプティック・テクスチャを構成する。

ハプティック・テクスチャに保持される値 k は本質的に多次元量である。いいかえれば、本研究で求めるべきものは多次元ハプティック・テクスチャである。すなわち、図5からわかるように、接触点とその先にある骨との距離は力を加える角度に依存して変動する。例えば図5では、皮膚にはほぼ平行に力

を加える場合、垂直に力を加える場合に比べて、骨までの距離が長くなるため、硬さ k の値が小さくなり、柔らかい感触が得られる。

ハプティック・テクスチャの具体的な計算方法は、表皮の各点に対し、骨と表皮の表面形状から各方向について骨との距離を算出し、硬さ k を(6)式から求める。この計算は一度行うだけでよく、システム起動時にハプティック・テクスチャをメモリ上に読み込み、PHANTOMスタイラスと表皮との接触が起こった場合に、硬さ k を参照して(6)式に基づいて反力を生じさせる。理想的には以上に述べた手法により処理を行うべきであるが、硬さ k の方向依存性によりハプティック・テクスチャーデータが非常に大きくなることが問題となる。

このため、本研究では硬さ k を近似的に一次元量として扱うことにする。具体的には、体表面の各点に対して最も近い骨との距離を用いて硬さ k を定義する。この単純化による誤差は決して少ないが、本システムの場合、触覚から骨格の位置を推定し、穿刺位置を決めるというタスクを想定しているため、ユーザーが表皮に対して平行に力を加えるという状況は想定しにくい。

また、本モデルでは、皮下組織を一様と考えているため、再現される反力が正確ではない可能性もある。しかし、CT像から閾値処理によって、皮下組織をサーフェス化することは困難である。そこで、本研究では、次節で述べるPHANTOMを用いた反力の実測により、(6)式におけるパラメータ AE を定めることで、誤差を軽減している。

図6に胸部ハプティック・テクスチャを画像化したものを表す。図6は、硬さ k の値を画素値として各ポリゴンに割り当てたものである。図6から鎖骨、胸骨部において硬さが高くなっていることがわかる。また、肋骨など硬く再現されていることが観察される。これらのことから、本研究で提案するハプティック・テクスチャの構成法が直感的にも妥当性を有していることが理解されよう。

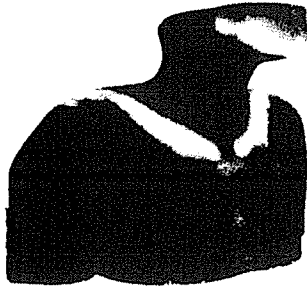


図6 胸部ハプティック・テクスチャ
Figure 6. Haptic texture of breast

3.2 PHANToM を用いた反力計測

本研究においてハプティック・テクスチャの計算方法は(6)式を用いるが、この際に接触断面積と弾性率の2つのパラメータ A 、 E を求める必要がある。生体弾性率の計測に関して様々な研究がある。例えば、Tie Hueらは大小のプロブで肝臓を押しした際の反力を計測し、反力のモデル化を行っている²⁾。また、佐久間らによる肝臓の圧縮応力、引っ張り応力の時間的変動に関する研究も存在する³⁾。

これらの弾性データをもとに触診の際に生じる反力を再現する厳密な方法は、CT像から皮下組織の配置を明らかにし、各組織に対し計測データから得られる弾性率を設定した後、有限要素法などを用いてひずみと応力の関係の導出を行えばよいと考えられる。西濱らによる研究⁴⁾では、直方体の弾性体内部にこれとは異なる弾性特性の直方体を含むモデルについて、有限要素法により押し込みに伴う反力の解析に成功している。

しかし、このような単純形状から発展し、CTデータに基づいた反力の再現を試みる場合に問題となるのは、皮下組織のセグメンテーションである。マーチングキューブ法では、空気・体表、骨格・筋肉などコントラストの高いものについては正確に表面形状を取り出すことが可能であるが、皮下組織のようにCT値が似通ったものについては抽出が困難である。また、測定値も *in vitro* 実験で得られたものであるため、再現される反力に違いが出る可能性もある。

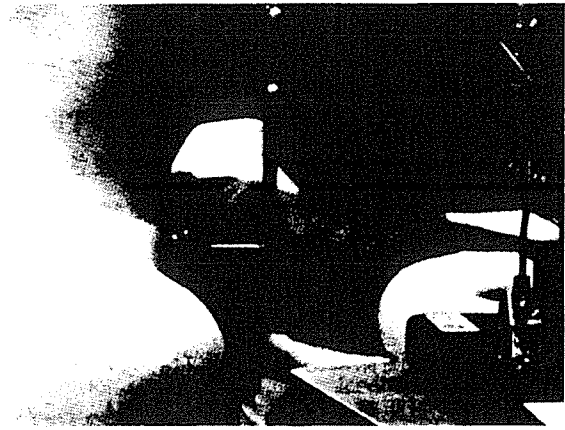


図7 反力測定風景

Figure 7. Measurement of reaction force

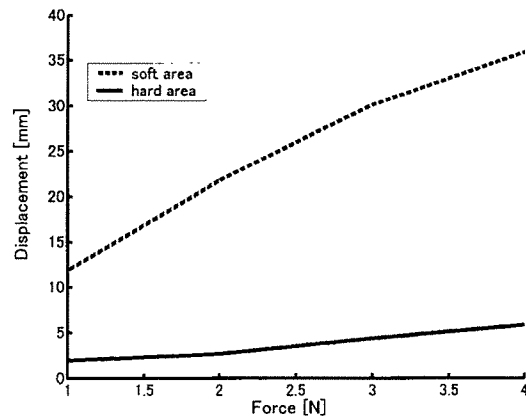


図8 PHANToMを用いた反力一位置測定データ
Figure 8. Relationship between reaction force and displacement measured by using PHANToM

本システムではPHANToMを用いて、触覚を再現することはすでに述べた。本研究ではPHANToMを用いて触覚も記録し、(6)式におけるパラメータを決定する。例えば、体表のある部位についてその硬さ k を求めるには、PHANToMのスタイラス先端に力 f を加え、その時の表皮の変位 ΔL を記録する(図7)。図8はCT撮像を行った被験者の胸部において、鎖骨付近の硬い領域と胸部側面の柔軟な領域でこの測定を行った結果のグラフである。このグラフの傾きから(6)式における硬さ k を求めることができる。傾き k は二乗誤差を最小とするよう定

めた。

実測により得られた硬さ k をハプティック・テクスチャにおいてどのポリゴンに割り当てるか、一般には難しい。しかし、本研究の場合は、硬さ k と実測点に対応するポリゴンの骨までの距離 L との一组がわかれば、(6)式により未知パラメータ AE を求めることができる。本研究では k と L において極値のペアを対応関係にあると考えた。具体的には、骨と表皮の最短距離をポリゴンから計算し、これを L_0 とすると、 k は

$$k = \frac{AE}{L_0} \quad (7)$$

で与えられる。この硬さ k は複数箇所の測定で得られた多数の直線のうち、最も傾きの大きなものに対応するため、(7)式から(6)式における未知パラメータ AE を求めることができる。

以上に説明した計測手法は、PHANToM が能動的に動作することを利用し、PHANToM 自体を計測デバイスとして用いるところに特色がある。触覚再現と触覚計測を行うデバイスが同一であることから、機器の特性による測定誤差が相殺され、正確な再現が行われると考えられる。

本手法により得られたパラメータを用いて、(6)式によりハプティック・テクスチャを構成し、中心静脈穿刺トレーニングシステムに実装した。その結果、鎖骨付近など硬さが極端に高い部位では反力は良好に再現されるものの、ハプティック・テクスチャの値が PHANToM の再現しうる硬さの限界に近く、微振動などシステムの影響が目立った。

4. 腰椎穿刺トレーニングシステムへの応用

筆者らが中心静脈穿刺トレーニングシステムと並行して開発を進めている腰椎穿刺トレーニングシステムについて、ハプティック・テクスチャを適用したので、簡単に紹介する。腰椎穿刺とは、髄液を採取したり、薬液を注入するために腰部で脊髄膜下腔に穿刺針を差し込む手技である。この際、背骨

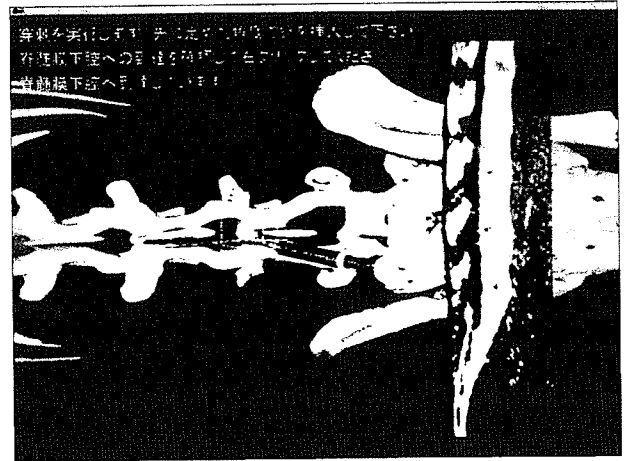


図9 腰椎穿刺トレーニングシステム
Figure 9. Training system for lumbar puncture

の間から穿刺する必要があるため、触診により穿刺部位を確認する必要がある。

図9は、体表透過表示モードでの腰椎穿刺トレーニングシステムの画面である。ユーザーは触診により穿刺位置を定め、脊髄膜下腔を穿刺する。体表透過表示は学習のためであり、実際には体表の形状と触覚のみで穿刺を成功させることがユーザーの訓練内容となる。本システムでは穿刺針先端を通り、体軸に沿った断面図をオーバーキャストし、穿刺針先端の断面上での位置を表示することもでき、学習に役立つかと考えられる。

図10は腰部ハプティック・テクスチャであり、図6と同様に硬さを画素値にマッピングしたものである。

5. おわりに

本研究で用いたハプティック・テクスチャの概念それ自身は決して新しいものではなく、Minskyらによって1995年に初めて発表されている³⁾。また、MorgenbesserらによりCGにおける基本的な概念であるシェーディングをハプティクスに応用し、少数のポリゴンであっても、滑らかな触覚を得ることができる Force shading が発表されている⁶⁾。その後、RuspiniらによりCGで広く用いられるポリゴ



図 10 腰部ハプティック・テクスチャ
Figure 10. Haptic texture of the waist

ンの凹凸を記述するテクスチャ・マッピングの一種であるバンプ・マッピングのハプティクス版が提案されている。以上の流れから、ハプティクスにおけるリアリティの追求は、CGにおけるそれとのアナロジーにより発展してきたということができよう。

本論文で提案したハプティック・テクスチャは本質的に多次元量であり、力を加える方向に依存して異なる弾性がマッピングされる。CGの分野においても、bi-directional texture function (BTF)⁸⁾ という本論文で提案した多次元ハプティック・テクスチャと類似の概念があり、これは一般にいうカラーテクスチャが単一の視線方向から固定された照明環境で撮影されたものであるのに対し、照明・視線方向を変動させ撮影された多次元のテクスチャ群である。BTFにより、CG物体を用いて撮影物体の質感をより忠実に再現することが可能となっている。

コンピュータ上におけるCG物体の触覚的リアリティを追求する研究が、近年めざましく進歩するCG技術の発展と類似した発展を遂げる様子はきわめて興味深く、CG技術のハプティクス分野への更なる応用が期待される。

謝辞

実験を手伝って頂いた遠藤恒史君（本学大学院生）に感謝する。

文献

- 1) 向井信彦, 原田雅之, 小山博史: リアルタイム手術シミュレータの構築. VR 医学, 1 (1): 72-77, 2002.
- 2) Tie Hu, Jaydev P. Desai: A biomechanical model of the liver for reality-based haptic feedback. Proc. MICCAI 2003, 75-82, 2003.
- 3) Ichiro Sakuma, Yosuke Nishimura, Chee Kong Chui et al: In vitro Measurement of Mechanical Properties of Liver Tissue under Compression and Elongation Using a New Test Piece Holding Method with Surgical Glue. Proc. International Symposium on Surgery Simulation and Soft Tissue Modeling, 284-292, 2003.
- 4) 西濱涼子, 水田忍, 松田哲也: 有限要素法を用いた組織内異物の表現における力学特性の評価, 信学技報 MBE 2002-94, 37-40, 2003
- 5) Minsky, M.D.R.: Computational Haptics: The Sandpaper System for Synthesizing Texture for a Force-Feedback Display. PhD thesis, MIT, 1995
- 6) Morgenbesser, H.B.: Force Shading for Haptic Shape Perception in Haptic Virtual Environments. M. Eng. Thesis, MIT, 1995.
- 7) Diego C. Ruspini, Krasimir Kolarov and Oussama Khatib: The Haptic Display of Complex Graphical Environments. Proc. SIGGRAPH 345-352, 1997.
- 8) Kristin J. Dana, Bram van Ginneken, Shree K. Nayar et al.: Reflectance and Texture of Real World Surfaces. ACM TOG, 15(1): 1-34 1999.

論 壇

新臨床研修制度での「行動目標（厚生労働省）」を基にした
臨床研修“モデルプログラム”作成の試み

木川 和彦 ^{*1,2,3}	田辺 政裕 ^{*1,4}	北村 聖 ^{*1,5}
日下 隼人 ^{*1,6}	下 正宗 ^{*1,7}	高橋 勝貞 ^{*1,8}
田中 雄二郎 ^{*1,9}	松村 理司 ^{*1,10}	森田 孝夫 ^{*1,11}
松井 邦彦 ^{*2,12}	大場 隆 ^{*2,13}	興 柁 博次 ^{*2,14}
志茂 田 治 ^{*2,15}	武田 多一 ^{*2,16}	谷口 純一 ^{*2,17}
辻 龍也 ^{*2,18}	畑 裕之 ^{*2,19}	

抄録：平成16年度導入の新医師臨床研修制度では、研修の場が大学病院や従来の臨床研修指定病院以外へ広がったこともあり、研修プログラムの作成、実施が重要な意味を持っている。厚生労働省から臨床研修の到達目標が示されているが、研修現場では個々の施設や診療科の特性などもあり、目標達成は容易ではない。われわれは、この到達目標の1つである行動目標を、実際の研修現場での使用にあたり、その現場の実情に合わせて調整可能な、より具体的項目に細分化し、方略と評価を加えたモデルプログラム作成を試みた。このプログラムが各施設でのプログラムの作成と、より円滑な運用に寄与し、ひいては臨床研修の質の向上へと繋がることが期待される。

キーワード：臨床研修、到達目標、行動目標（厚生労働省提示）、行動目標の具体化、学習方略と評価

The Attempt to Develop a “Model Program” on the Basis of the Objectives Established by the Ministry of Health, Labour and Welfare in the New Postgraduate Clinical Training System

Clinical training programs play an extremely important role in the new postgraduate clinical training system introduced in 2004 because facilities for clinical training now include various health-related institutions in addition to the university hospitals and special hospitals for clinical training used in the previous system. Although educational goals have been established by the Ministry of Health, Labour and Welfare, trainees may have difficulty achieving these goals, even under the guidance of staff at the various facilities. There are differences in the function and quality of health-related institutions in the community. For the practical and convenient application of educational goals, we have attempted

*1 日本医学教育学会卒後研修委員会委員, *2 熊本大学医学部附属病院・臨床研修到達目標に関する検討委員会委員, *3 Kazuhiko KIKAWA, 熊本大学医学部附属病院[〒860-8556 熊本県熊本市本荘1-1-1], *4 Masahiro TANABE, 千葉大学医学部附属病院, *5 Kiyoshi KITAMURA, 東京大学医学教育国際協力研究センター, *6 Hayato KUSAKA, 武蔵野赤十字病院, *7 Masamune SHIMO, 東葛病院, *8 Katsusada TAKAHASHI, 佐久総合病院, *9 Yujiro TANAKA, 東京医科歯科大学, *10 Tadashi MATSUMURA, 洛和会京都音羽病院, *11 Takao MORITA, 奈良県立医科大学, *12 Kuni-hiko MATSUI, 熊本大学医学部附属病院, *13 Takashi OHBA, 熊本大学大学院医学薬学研究部, *14 Hirotsugu KOHROGI, 熊本大学大学院医学薬学研究部, *15 Osamu SHIMODA, 熊本大学大学院医学薬学研究部, *16 Taichi TAKEDA, 熊本大学大学院医学薬学研究部, *17 Junichi TANIGUCHI, 熊本大学医学部附属病院, *18 Tatsuya TSUJI, 熊本大学医学部附属病院, *19 Hiroyuki HATA, 熊本大学医学部附属病院

受付：2005年10月19日、受理：2006年7月14日。

注：新医師臨床研修制度での「行動目標」に対するモデルプログラム作成は卒後研修委員会の活動の一環として行われた。その過程で熊本大学の臨床研修到達目標に関する検討委員会には臨床の立場からの論文内容に関するフィードバックなどでの協力により、共著者とした（卒後研修委員会委員長 田辺政裕）。

develop a "model program" to supplement the objectives indicated by the learning goals with more specific objectives. These supplementary objectives can be modified by individual institutions. We hope that this "model program" contributes to the development of objectives for each institution and helps improve the quality of the postgraduate training system in Japan.

Key words: postgraduate clinical training, educational goals, attitudinal objectives (established by the Ministry of Health, Labour and Welfare), supplement to the attitudinal objectives, learning, strategies and evaluation

はじめに

近年、医学教育は大きく変わりつつある。特に卒後研修においては、平成16年度発足の新医師臨床研修制度で卒後2年間の臨床研修の必修化、到達目標の明文化やマッチング制度の導入など、36年ぶりの大きな改革となった¹⁾。この背景には医師の質的向上や、医療事故対策などを求める国民の強い関心があったことが指摘されている²⁾。

今回の改定の特徴の1つは、臨床研修の場が大学病院や従来の臨床研修指定病院のみならず、さまざまな医療の現場に広がったことである。研修の場が広がることは望ましいと考えられる一方で、どの施設で研修を行ったとしても、一定レベルを保持した研修プログラムを実行することは容易ではない。さらに、それぞれの研修施設は地域社会の中で求められている役割が異なっているため、施設の特性に応じた研修が行われることになるし、また、ローテーション研修先の個々の診療科においても、その診療科の特性に応じた研修が提供されることになる。したがって、研修の場を提供する施設や診療科はおのおのの研修プログラムを提示し、目標の明確化と、個々の目標については方略をたて、評価を行うことが求められる。

目標については、今回の新医師臨床研修制度では、厚生労働省より「臨床研修の到達目標」として提示された。これは、「行動目標：医療人として必要な基本姿勢・態度」と「経験目標：経験すべき診察法・検査・手技、経験すべき症状・病態・疾患、特定の医療現場の経験」に分けられている¹⁾。厚生労働省提示の行動目標の内容は、医師として、あるいは社会人としての基本的な信念、行動指針や情緒的な面のコントロールなどであり、医学教育学会のワークショップなどで用い

られる、いわゆる行動目標 (specific behavioral objectives, SBOs) とは異なった意味で使用されている。すなわち、期待される成果として学習者に示された一般目標 (general instructional objective, GIO) に対し、観察可能な具体的行動を指す行動目標とは異なり、態度・習慣領域の目標にあたるものと考えられる^{3~5)}。したがって、目標の内容は生来の人間的特性や性格、経験などにも影響される部分であるために抽象的になってしまい、指導医の立場から個々の研修医の目標達成に関わることは容易ではない。さらに、ローテーションの都合では直ちに評価が求められることになるため評価自体の困難さも問題となる。

厚生労働省より提示された「臨床研修の到達目標」は、国が示した普遍的な研修目標として重要である。日本国内のどの地域やどの施設で研修を行ったとしても、変わらない基本の目標として利用されることが求められている。しかしながら実際に使用するには、厚生労働省提示の行動目標は、それぞれの項目がやや抽象的であるため、具体的な目標、方略、評価という研修のプロセスに乗せにくい欠点がある。これらの3要素が揃うことで、研修プログラムの改善や開発が可能となり、研修の質が保たれることになる⁶⁾。

一方、厚生労働省提示の経験目標は、各施設や診療科がそれぞれの特性に合わせ実施可能な項目が自ずと明確であり、その方略、評価の作成には比較的取り組みやすいと考えられる。具体的な評価基準についても、ある程度個々の研修現場で作成でき、必要な全体的な調整も可能と考え、今回の検討では割愛することとした。

2. 目的

厚生労働省提示の行動目標を、より具体的な目標項目にブレイクダウンし、この作業によって設

定が容易になった方略と評価を新しく設定する。これによって、研修プログラムに求められる学習のプロセスである目標（ここでは厚生労働省提示の行動目標を実行するための具体的目標項目のこと）、方略、評価の3要素を個々の研修現場での実状に合わせて工夫できるようにする。

今回、日本医学教育学会の卒後研修委員会の方針に基づき、熊本大学医学部附属病院では「到達目標に関する検討委員会」を設置し、臨床研修モデルプログラムの原案作成に取り組み、新しく臨床研修モデルプログラムとして提案することとした。

3. 方法

実際に研修現場で研修医の指導にあたっている、専門分野の異なる熊本大学医学部附属病院の指導医9名（内科系5名、外科1名、産婦人科1名、麻酔科1名、救急1名）が集まり、目的、趣旨等の説明を行った上で合議によって研修プログラムの検討を行った。会議は1回につき2時間程度で、平成16年9月22日より11月16日まで計8回開催した。すべての参加者が指導医ワークショップ等への参加経験があり、臨床研修指導医のための各種の教材作成にも参加している⁷⁾。

厚生労働省提示の行動目標を基に、目標の細分化、方略、評価について討議した。具体的には、厚生労働省提示の行動目標に含まれる内容を2～4の具体的項目にブレイクダウンして新しい目標項目として設定し、厚生労働省提示の行動目標と新しい目標項目を表の目標欄に一括して示すこととした。その上で、新しい目標項目を達成するための方略、評価を検討し、それぞれの欄にまとめて目標項目と関連づけた。この熊本大学医学部附属病院・到達目標に関する検討委員会（案）を基に、日本医学教育学会卒後研修委員会での検討を経て、臨床研修モデルプログラムが作成された。

4. 結果

臨床研修モデルプログラムを表1に示す。厚生労働省提示の行動目標のそれぞれは1)、2)、3)などの片括弧数字で、新たにブレイクダウン

して作成された具体的な目標項目は目標欄の両括弧の数字で示した。この表の目標項目ごとに実際の研修現場で、それぞれの実状に合わせ実行可能と考えられる、方略（具体的な方法と指導者）、評価（方法、時期、および評価者）を提案した。

5. 考察

今回われわれは、厚生労働省提示の「行動目標：医療人として必要な基本姿勢・態度」に関して、個々の目標をより具体的な目標項目にブレイクダウンし、その上で、方略と評価を作成し、各施設、診療科で調整、改善可能なモデルプログラムの形にして、提示した。

米国ACGME（Accreditation Council for Graduate Medical Education：卒後医学教育認定審議会）は2000年に、研修医の一般的な能力（general competencies）について、以下の6つの能力を示している。すなわち、1)患者のケア（patient care）、2)医学的知識（medical knowledge）、3)診療ベースの学習と向上（practice-based learning and improvement）、4)対人関係、コミュニケーション能力（interpersonal and communication skills）、5)プロフェッショナリズム（professionalism）、6)システムに基づいた診療（systems-based practice）である。

これらの6つについて、それぞれの能力（competency）を示すために求められるスキルが具体的に示され、さらにそれぞれのスキルについていくつかの評価方法が示されている⁸⁾。この6つの能力は、医師として普遍的な能力として位置づけられる。特定の分野に限らず、それぞれの診療科での研修に置き換えることが可能であり、これを基に、例えば外科研修での研修医の能力評価法が示されている⁹⁾。

一方、厚生労働省が示した行動目標は、これに近いものとして捉えることが可能であり、日本の現状や問題点を包括していると考えられる。このような共通の一貫した目標を「到達目標」の1つとして設定することは、特に複数の施設や診療科でローテーション研修を行う、新しい制度の臨床研修医にとっては、極めて重要である。この厚生労働省提示の行動目標は、研修医が期待される

表1

臨床研修の到達目標-1. 行動目標：医療人として必要な基本姿勢・態度					
目 標	方 略		評 価		
	方 法	指 導 者	方 法	時 期 (頻 度)	評 価 者
1. 患者-医師関係：患者を全人的に理解し、患者・家族と良好な人間関係を確保するために					
1) 患者、家族のニーズを身体・心理・社会的側面から把握できる					
(1) 身体障害の状態、訴えや希望などを説明できる	診療、回診、カンファレンス時などでの指導者からの指導、フィードバック	指導医、上級医（研修医よりも臨床経験の長い医師）、診療科長等	患者、指導医との話し合い、診療録を対象とした観察記録を評価表（評定尺度、チェックリスト）で評価 360度評価 ⁸⁾ 、OSCE*	診療、回診、カンファレンス時などで適宜ローテーション終了時	指導医、上級医、患者（家族）、同僚研修医、看護師、コメディカル・スタッフ
(2) 不安、不満、感じ方、考え方などの心理状態を説明できる					
(3) 職業、家族関係、宗教・信条などの社会的背景を説明できる					
(4) 収集した情報よりニーズを判断できる					
2) 医師、患者、家族がともに納得できる医療を行うためのインフォームドコンセントが実施できる					
(1) インフォームドコンセントの意義を説明できる	診療、回診、カンファレンス時などでの指導者からの指導、フィードバック	指導医、上級医	患者、指導医との話し合い、診療録を対象とした観察記録を評価表（評定尺度、チェックリスト）で評価 360度評価、OSCE	診療、回診、カンファレンス時などで適宜ローテーション終了時	指導医、上級医、患者（家族）、同僚研修医、看護師、コメディカル・スタッフ
(2) 診療行為について患者、家族と話し合いができる					
(3) 患者の選択を尊重できる					
3) 守秘義務を果たし、プライバシーへの配慮ができる					
(1) 患者の人権や羞恥心などに配慮した診療ができる	診療、回診、カンファレンス時などでの指導者からの指導、フィードバック	指導医、上級医	患者、指導医との話し合い、診療録を対象とした観察記録を評価表（評定尺度、チェックリスト）で評価 360度評価、OSCE	診療、回診、カンファレンス時などで適宜ローテーション終了時	指導医、上級医、患者（家族）、同僚研修医、看護師、コメディカル・スタッフ
(2) 個人情報の管理ができる					
2. チーム医療：医療チームの構成員としての役割を理解し、保健・医療・福祉の幅広い職種からなる他のメンバーと協調するために					
1) 指導医や専門医に適切なタイミングでコンサルテーションができる					
(1) 患者の問題や状態変化を適時判断できる	診療、回診、カンファレンス時などでの指導者からの指導、フィードバック	指導医、上級医、コンサルテーションを受けた医師	診療情報文書の作成・理解、口頭での情報交換を対象とした観察記録を評価表（評定尺度、チェックリスト）で評価 診療録監査、ポートフォリオ ⁹⁾	診療、回診、カンファレンス時などで適宜ローテーション終了時	指導医、上級医、コンサルテーションを受けた医師
(2) 重要性和緊急性を判断できる					
(3) 指導医や専門医にコンサルテーションができる					
2) 上級および同僚医師や他の医療従事者と適切なコミュニケーションがとれる					
(1) 診療に必要な情報交換ができる	診療、回診、カンファレンス時などでの指導者からの指導、フィードバック	指導医、上級医、研修担当責任者、コンサルテーションを受けた医師、他の医療従事者	患者、指導医との話し合い、診療録を対象とした観察記録を評価表（評定尺度、チェックリスト）で評価 360度評価、OSCE	診療、回診、カンファレンス時などで適宜ローテーション終了時	指導医、上級医、コンサルテーションを受けた医師、同僚研修医、患者（家族）、看護師、コメディカル・スタッフ
(2) 他人の意見に配慮される					
(3) 挨拶、言葉遣い、身だしなみで他人に不快感を与えない					

表1 (つづき)

目 標	方 略		評 価		
	方 法	指 導 者	方 法	時 期 (頻 度)	評 価 者
3) 同僚および後輩へ教育的配慮ができる					
(1) 知識や技能を互いに共有できる	診療、回診、カンファレンス時などでの指導者からの指導、フィードバック	指導医、上級医、研修担当責任者	同僚研修医、医学生、コメディカル実習生との話し合いを対象とした観察記録を評価表(評定尺度、チェックリスト)で評価 OSTE*	診療、回診、カンファレンス時などで適宜ローテーション終了時	指導医、上級医、同僚研修医、看護師、コメディカル・スタッフ、医学生
(2) 診療上の問題や解決策を話し合える					
4) 患者の転入・転出にあたり、情報を交換できる					
(1) 必要な患者情報を遅滞なく、収集・提供できる	診療、回診、カンファレンス時などでの指導者からの指導、フィードバック	指導医、上級医、研修担当責任者	診療情報文書の作成・理解、口頭での情報交換を対象とした観察記録を評価表(評定尺度、チェックリスト)で評価 診療録監査、ポートフォリオ	診療、回診、カンファレンス時などで適宜ローテーション終了時	指導医、上級医、紹介先・紹介元医師
(2) 相手に配慮できる					
(3) 医師としての責任を持って対応できる					
5) 関係機関や諸団体の担当者とコミュニケーションがとれる					
(1) 保健・医療・福祉など幅広い職種とのコミュニケーションの重要性を説明できる	診療、回診、カンファレンス時などでの指導者からの指導、フィードバック	指導医、上級医、看護師、コメディカル・スタッフ、他の医療関係者	診療情報文書の作成・理解、口頭での情報交換を対象とした観察記録を評価表(評定尺度、チェックリスト)で評価 診療録監査、ポートフォリオ	診療、回診、カンファレンス時などで適宜ローテーション終了時	指導医、上級医、看護師、コメディカル・スタッフ、他の医療関係者
(2) 患者ニーズに対応した組織を選択できる					
(3) 担当者の知識や理解に合わせた情報交換ができる					
3. 問題対応能力：患者の問題を把握し、問題対応型の思考を行い、生涯にわたる自己学習の習慣を身につけるために					
1) 臨床上の疑問点を解決するための情報を収集して評価し、当該患者への適応を判断できる (EBMの実践ができる)					
(1) 患者の問題点を分析できる	診療、カンファレンス、ガイドランス、抄読会時などでの指導者からの指導、フィードバック 自己学習	指導医、上級医、看護師、コメディカル・スタッフ、他の医療関係者	診療、回診、カンファレンス、診療録を対象とした観察記録を評価表(評定尺度、チェックリスト)で評価 ポートフォリオ	診療、回診、カンファレンス時などで適宜ローテーション終了時	指導医、上級医、看護師、コメディカル・スタッフ、他の医療関係者
(2) 問題点に関係したエビデンスのレベルの高い情報を検索できる					
(3) ガイドライン等の複数の情報を比較検討できる					
(4) 医療情報の適用について判断できる					
2) 自己評価及び第三者による評価を踏まえた問題対応能力の改善ができる					
(1) 客観的に自己の能力を分析できる	診療、カンファレンス、ガイドランス、抄読会時などでの指導者からの指導、フィードバック 自己学習	指導医、上級医、看護師、コメディカル・スタッフ、他の医療関係者	患者や指導医との話し合い、診療録を対象とした観察記録を評価表(評定尺度、チェックリスト)で評価 ポートフォリオ	診療、回診、カンファレンス時などで適宜ローテーション終了時	指導医、上級医、看護師、コメディカル・スタッフ、他の医療関係者
(2) 第三者の意見に耳を傾けることができる					
(3) 問題対応能力の向上をめざし研鑽できる					

表1 (つづき)

目 標	方 略		評 価		
	方 法	指 導 者	方 法	時 期 (頻 度)	評 価 者
3) 臨床研究や治験の意義を理解し、研究や学会活動に関心を持つ					
(1) 臨床研究や治験の意義を指導医や上級医に説明できる	診療、カンファレンス、抄読会時などでの指導者からの指導、フィードバック 自己学習	指導医、上級医	診療、カンファレンスでの口頭試問、抄読会での発表などの観察記録を評価表(評定尺度、チェックリスト)で評価	診療、回診、カンファレンス時などで適宜ローテーション終了時	指導医、上級医
(2) 学会や研究会を通じて新しい知識を評価できる	学会、研究会時などでの指導者からの指導、フィードバック 自己学習		診療、カンファレンスでの口頭試問、MCQ* 抄読会での発表などの観察記録を評価表(評定尺度、チェックリスト)で評価		
4) 自己管理能力を身に付け、生涯にわたり基本的診療能力の向上に努める					
(1) 医師としての生活態度・習慣を實踐できる	診療、回診、カンファレンス、ガイダンス時などでの指導者からの指導、フィードバック 自己学習	指導医、上級医、研修担当責任者、看護師、コメディカル・スタッフ	診療態度の観察記録を評価表(評定尺度、チェックリスト)で評価 360度評価	診療、回診、カンファレンス時などで適宜ローテーション終了時	指導医、上級医、研修担当責任者、同僚研修医、看護師、コメディカル・スタッフ、医学生、患者(家族)
(2) 生涯学習の意義を指摘できる	診療、回診、カンファレンス、ガイダンス、生涯学習プログラム時などでの指導者からの指導、フィードバック 自己学習	指導医、上級医、生涯学習プログラム指導者	生涯学習プログラムへの参加の観察記録、診療、回診及びカンファレンスでの観察記録を評価表(評定尺度、チェックリスト)で評価		プログラム責任者、指導医、上級医
(3) 基本的診療能力の向上をめざし研鑽できる					
4. 安全管理：患者および医療従事者にとって安全な医療を遂行し、安全管理の方策を身に付け、危機管理に参画するために					
1) 医療を行う際の安全確認の考え方を理解し、実施できる					
(1) 患者、医療従事者、第三者の安全管理について説明できる	日常勤務、ガイダンス、講義、講習会時などでの指導者からの指導、フィードバック	指導医、上級医、看護師、コメディカル・スタッフ、講師	診療、カンファレンスでの観察記録を評価表(評定尺度、チェックリスト)で評価 MCQ	ローテーション終了時	指導医
(2) 安全確認ができる	日常勤務、診療、回診時などでの指導者からの指導、フィードバック	指導医、上級医、看護師、コメディカル・スタッフ	診療での観察記録を評価表(評定尺度、チェックリスト)で評価 360度評価	診療、回診、カンファレンス時に適宜ローテーション終了時	指導医、上級医、同僚研修医、看護師、コメディカル・スタッフ
2) 医療事故防止および事故後の対処について、マニュアルなどに沿って行動できる					
(1) 医療事故や医療過誤などについて説明できる	診療、ガイダンス、講義、講習会時などでの指導者からの指導、フィードバック	指導医、講師	診療、カンファレンスでの観察記録を評価表(評定尺度、チェックリスト)で評価 MCQ	診療、回診、カンファレンス時に適宜ローテーション終了時	指導医
(2) 医療事故防止のための方策を説明できる					
(3) 医療事故防止マニュアルなどに沿って診療行為ができる	診療、回診、ガイダンス、講習会時などでの指導者からの指導、フィードバック	指導医、上級医、看護師、コメディカル・スタッフ、講師	診療での観察記録を評価表(評定尺度、チェックリスト)で評価 360度評価		指導医、上級医、同僚研修医、看護師、コメディカル・スタッフ
(4) 医療事故発生時にマニュアルなどに沿って対処できる			診療での観察記録を評価表(評定尺度、チェックリスト)で評価 360度評価、OSCE		

表1 (つづき)

目 標	方 略		評 価		
	方 法	指 導 者	方 法	時 期 (頻 度)	評 価 者
3) 院内感染対策 (standard precaution を含む) を理解し、実施できる					
(1) 院内感染について説明できる	診療, ガイダンス, 講義, 講習会時などでの指導者からの指導, フィードバック	指導医, 講師	診療, カンファレンスでの観察記録を評価表 (評定尺度, チェックリスト) で評価 MCQ	診療, 回診, カンファレンス時に適宜 ローテーション終了時	指導医
(2) 院内感染防止のための方策を説明できる	診療, 回診, ガイダンス, 講習会時などでの指導者からの指導, フィードバック	指導医, 上級医, 看護師, コメディカル・スタッフ, 講師	診療, 回診, カンファレンスでの観察記録を評価表 (評定尺度, チェックリスト) で評価 360度評価		指導医, 上級医, 同僚研修医, 看護師, コメディカル・スタッフ
(3) 院内感染対策マニュアルなどに沿って診療行為ができる					
5. 症例提示: チーム医療の実践と自己の臨床能力向上に不可欠な、症例提示と意見交換を行うために					
1) 症例提示と討論ができる					
(1) 症例の問題点を整理できる	診療, 回診, カンファレンス時などでの指導者からの指導, フィードバック	指導医, 上級医	診療, 回診, カンファレンスにおける症例提示や, 診療録を評価表 (評定尺度, チェックリスト) で評価	診療, 回診, カンファレンス時に適宜	指導医, 上級医
(2) 症例をわかりやすく提示できる					
(3) 症例の問題点に則した医療情報を収集できる	自己学習				
(4) 適切な質疑応答ができる					
2) 臨床症例に関するカンファレンスや学術集会に参加する					
(1) カンファレンスや学術集会で症例提示をする	カンファレンス, 学術集会時などでの指導者からの指導, フィードバック	指導医, 上級医	カンファレンス, 学術集会でのパフォーマンスを評価表 (評定尺度, チェックリスト) で評価	カンファレンス, 学術集会時に適宜	指導医, 上級医
(2) カンファレンスや学術集会で討論する	自己学習				
6. 医療の社会性: 医療の持つ社会的側面の重要性を理解し、社会に貢献するために					
1) 保健医療法規・制度を理解し、適切に行動できる					
(1) 保健医療法規・制度について説明できる	診療, ガイダンス, 講義, 講演時などでの指導者からの指導, フィードバック 自己学習	指導医, 講師	MCQ	ローテーション終了時	指導医
(2) 保健医療法規・制度に基づいた診療ができる	診療, 講習会時などでの指導者からの指導, フィードバック	指導医, 上級医, 事務担当者	診療での観察記録を評価表 (評定尺度, チェックリスト) で評価	診療時に適宜 ローテーション終了時	指導医, 上級医
2) 医療保険, 公費負担医療を理解し、適切に行動できる					
(1) 医療保険, 公費負担医療について説明できる	診療, ガイダンス, 講義, 講演時などでの指導者からの指導, フィードバック 自己学習	指導医, 講師	MCQ	ローテーション終了時	指導医
(2) 医療保険や公費負担医療を利用した診療ができる	診療, 講習会時などでの指導者からの指導, フィードバック	指導医, 上級医, 事務担当者	診療での観察記録を評価表 (評定尺度, チェックリスト) で評価	診療時に適宜 ローテーション終了時	指導医, 上級医

表1 (つづき)

目 標	方 略		評 価		
	方 法	指 導 者	方 法	時 期 (頻 度)	評 価 者
3) 医の倫理, 生命倫理について理解し, 適切に行動できる					
(1) 医の倫理や生命倫理について議論できる	診療, ガイダンス, カンファレンス, 講義, 講演会, 講習会などでの指導者からの指導, フィードバック	指導医, 上級医, 看護師, コメディカル・スタッフ	診療, カンファレンスにおけるパフォーマンスの観察記録を評価表(評定尺度, チェックリスト)で評価	診療, カンファレンス時に適宜	指導医, 上級医
(2) 医の倫理や生命倫理に配慮した診療ができる			診療におけるパフォーマンスの観察記録を評価表(評定尺度, チェックリスト)で評価 360度評価, OSCE	診療, 回診およびカンファレンス時に適宜 ローテーション終了時	指導医, 上級医, 同僚研修医, 看護師, コメディカル・スタッフ, 患者(家族)
4) 医薬品や医療用具による健康被害の発生防止について理解し, 適切に行動できる					
(1) 医薬品や医療用具による健康被害防止のためのシステムを説明できる	診療, ガイダンス, 講演会, 講習会などでの指導者からの指導, フィードバック	指導医, 講師	MCQ	ローテーション終了時	指導医
(2) 医薬品や医療用具による健康被害についての情報を報告できる	カンファレンス, 学術集会などでの指導者からの指導, フィードバック自己学習		カンファレンス, 学術集会などでのパフォーマンスの観察記録を評価表(評定尺度, チェックリスト)で評価	カンファレンス, 学術集会で適宜	
(3) 医薬品や医療用具による健康被害についての情報に基づいた診療ができる	診療, 回診, カンファレンス時などでの指導者からの指導, フィードバック	指導医, 上級医	診療におけるパフォーマンスの観察記録を評価表(評定尺度, チェックリスト)で評価, ポートフォリオ	診療, 回診, カンファレンス時に適宜 ローテーション終了時	指導医, 上級医

* OSCE=objective structured clinical examination, OSTE=objective structured teaching evaluation¹⁰⁾, MCQ=multiple choice question

行動変容をきたすための第一歩である。

しかし, このような研修プログラムを実際に使用するにあたっては, いくつかの問題が考えられる。第一に, 厚生労働省提示の「行動目標」が全国の各臨床研修施設に普及し, 実際に使用されなければならない。そのためには, まず各施設や診療科の実情にあわせて, 指導医が自らこの行動目標に, 具体的な目標項目を追加, 調整することが求められる。さらに, 目標達成のための方略, 評価を作成しなければならない。指導医が自らこのような作業を行うことは, 指導医自身がプログラム・プランニング(目標, 方略, 評価など)について, 十分に理解しておく必要がある。したがっ

て指導医は, 指導医研修ワークショップなどで, 具体的な教育, 評価方法などについての教育を受けておくことが求められる。そうすれば必要に応じて, 方略や評価方法の改訂をその都度, 現状に即し, 指導医が自ら行うことによって, より質の高い研修プログラムの提供が, それぞれの施設で可能になると考えられる¹⁰⁾。

第二に, 研修プログラムに用いる用語の問題がある。厚生労働省提示の行動目標に用いられている用語はそのまま使用し, われわれが新たに追加した目標項目(表1の目標欄の両括弧の数字に記載の項目)については, いわゆる行動目標(SBOs)向けの用語を用いた。また, 目標項目は

厚生労働省提示の行動目標に追加記載の形式をとったため、表1の目標欄の名称は単に「目標」とした。第三に、今回の厚生労働省より提示の行動目標の表現や内容そのものについても議論があった¹¹⁾。しかし、これについては次のステップとして別途検討することになった。現在、国立保健医療科学院から順次公表されている詳細な「新医師研修制度における指導ガイドライン」は、個々の研修現場での今後の取り組みの参考になると考えられる¹²⁾。

今回の試みによって、厚生労働省提示の行動目標をもとにして、より具体的な研修プログラム作りが各施設ごとに可能であることが示された。この研修プログラムが、それぞれの施設や診療科の事情に合わせての研修プログラムの作成や実施の示唆となることを期待している。

最後に、ここに示したモデルプログラムは、厚生労働省提示の「到達目標」のほんの一部に過ぎないものであるが、おのおのの施設、診療科での使用にあたり、また、独自の目標項目の追加や、評価表作成の参考となることが期待される。さらに、個々の研修現場により適合した完成度の高いものに改善されることが望まれる。厚生労働省提示の「到達目標」の各項目は、新制度発足5年後の見直し時に再検討されると思われるが、まずは各研修現場で現行の厚生労働省提示の行動目標、経験目標に沿った研修プログラムの作成、実施に取り組むことである。それを基に、より良い研修プログラムの開発や改善の持続的活動へと発展させることである。それによって、わが国の臨床研修の質、ひいては医療の質の向上と患者の利益に貢献しうると考えられる。

文 献

- 1) 厚生労働省ホームページ. <http://www.mhlw.go.jp/index.html>
- 2) 日経新聞社編：医療再生—ドキュメント「危機」の現場—. 2003
- 3) 日本医学教育学会監修，日本医学教育学会教育開発委員会編：教授目標. 医学教育マニュアル1 医学教育の原理と進め方，篠原出版新社，東京，1978，28-44
- 4) 小泉俊三監訳，大西弘高訳（Kern DE, Thomas PA, Howard DM, et al）：一般目標と個別目標. 医学教育プログラム開発，篠原出版新社，東京，2003，34-46
- 5) 第34回新臨床研修指導医養成講習会資料（WS0534）：全国自治体病院協議会，2005，1-18
- 6) 日本医学教育学会監修，日本医学教育学会教育開発委員会編：カリキュラム. 医学教育マニュアル1 医学教育の原理と進め方，篠原出版新社，東京，1978，14-27
- 7) 木川和彦責任編集：シリーズ臨床研修医指導の手引き・総論—ローテーション研修での必須事項. 診断と治療社，東京，2004
- 8) Accreditation Council for Graduate Medical Education, American Board of Medical Specialties (ABMS): Toolbox of assessment methods: A product of the joint initiative, ACGME outcomes project, Version 1.1. September 2000, 2-21
- 9) Dunnington GL, Williams RG: Addressing the new competencies for residents' surgical training. *Acad Med* 2003, **78**: 14-21
- 10) Snell L, Tallett S, Haist S, et al: A review of the evaluation of clinical teaching: new perspective and challenges. *Med Educ* 2000, **34**: 862-870
- 11) Harden RM: Learning outcomes and instructional objectives: is there a difference? *Med Teach* 2002, **24**: 151-155
- 12) 国立保健医療科学院ホームページ. <http://www.niph.go.jp/>