

薬物反応シミュレーションソフトを活用した アクティブ・ラーニング型医学演習

根本 隆行¹⁾, 田頭 秀章¹⁾, 喜多 知¹⁾, 柴田 志保¹⁾,

後藤 雄輔¹⁾, 喜多 紗斗美^{1,2)}, 岩本 隆宏¹⁾

1) 福岡大学 医学部 薬理学,

2) 徳島文理大学 薬学部 薬理学

tiwamoto@fukuoka-u.ac.jp

Active learning in medical exercise utilizing drug response simulation software

Takayuki Nemoto¹⁾, Hideaki Tagashira¹⁾, Tomo Kita¹⁾, Shiho Shibata¹⁾,

Yusuke Gotoh¹⁾, Satomi Kita^{1, 2)}, Takahiro Iwamoto¹⁾

1) Department of Pharmacology, Faculty of Medicine, Fukuoka Univ.,

2) Department of Pharmacology, Faculty of Pharmaceutical Sciences, Tokushima Bunri Univ.

概要

福岡大学医学部薬理学講座では、医学生（2年）を対象とした薬理学教育の一環として、薬物反応シミュレーションソフトを活用したアクティブ・ラーニングを取り入れている。本稿では、はじめに医学教育における本取り組みの位置付けについて紹介し、続いてシミュレーション演習の方法と内容、本取り組みの有用性および今後の展望について述べる。

1 はじめに

福岡大学医学部では、医師に求められる高い問題解決能力の涵養を目的として、少人数グループワークによる種々の能動的学習（アクティブ・ラーニング）を推進している。福岡大学医学部薬理学講座においても薬物治療の基礎を学ぶために、アクティブ・ラーニング型医学演習を実施している。薬物が生体にどのような作用を示すかを動物個体や摘出組織で観察する薬理学実習は、薬物治療の基礎を学ぶ医学生にとって重要な教育項目となる。しかしながら、本学において動物実験を行う際は、苦痛軽減方法ならびに代替手段の有無などを詳細に記した動物実験計画書を提出し、有識者による厳しい審査を受けなければならない。近年では、動物実験に対する道徳的責任と倫理規範の厳格化が推し進められており、観察を行うためだけの動物実験を行うこと自体が困難になりつつある。加えて、動物実験に用いる器具の準備や試薬の調製など、一講座の状況次第では、教員が実習準備に大きな負担を強いられることになる。

これらの問題を解決する代替手段として実験

動物を使用しないシミュレーションプログラム演習の導入が推奨されている。福岡大学医学部薬理学講座では、「シミュレーションソフトを用いた腸管収縮の自律神経調節の実験」と題して、PC教室を利用した薬物反応シミュレーション演習を医学生（2年）の薬理学実習に積極的に組み込んでいる。このソフトウェアは、種々の薬物による生体反応が膨大な生データに基づいてシミュレーション化されており、各薬物の投与量を入力するだけで、その生体反応がPCモニター画面に描き出される。学生はそのPCモニター画面の薬物反応を読み取り、あらかじめ与えられた課題に取り組んでいく。本取り組みは、動物実験の代替法というだけでなく、限られた指導教員の負担をできる限り軽減し、薬理学知識を効率的かつ迅速に応用できる場として利用されている。

2 演習方法

2.1 シミュレーションソフトの特徴

福岡大学医学部薬理学講座では、英国薬理学会が開発した薬理学実習ソフトウェアのうちの1つである薬物反応シミュレーションプログラムを

2007年から取り入れている。本シミュレーションプログラムは、種々の末梢神経作用薬を用いたモルモット摘出腸管の収縮反応をシミュレートすることができる。本演習において、まず PC 操作者である学生は腸管収縮作用を引き起こすアゴニスト（アセチルコリン）とアゴニスト阻害作用を有するアンタゴニスト（アトロピン、パパベリン）を選択する。アセチルコリンの濃度（ $1 \times 10^{-9} \text{M} \sim 1 \times 10^{-4} \text{M}$ ）を設定し、薬物処置のコマンドを入力すると、腸管収縮反応が PC モニター画面上に現れる。驚くべきことに、本プログラムでは、たとえ同じ数値を入力して反応を観察したとしても、PC を立ち上げた標本ごとに、反応の傾向は同じであるものの全く同じ測定値が出るとは限らない。すなわち、PC を立ち上げた標本ごとに、薬物反応における個体差を加味したシミュレーションプログラムが組み込まれているのである。学生は、アセチルコリン全ての濃度における収縮反応が完了した後に、PC モニター画面を印刷し反応の大きさを測ることで収縮率を算出する。さらに、アセチルコリンによる腸管収縮反応を十分に理解した上で、アンタゴニストを前処置し、同様のアセチルコリン作用をもう一度観察する。

2.2 演習の実施方法

本演習は、PC 教室（140 台のデスクトップ型 PC 設置）を利用して、約 120 名の医学生（2 年）に対して、指導教員 5 名で実施する。学生は、10 班の小グループ（約 12 名）分けられて、各班にはシミュレーションソフトがインストールされた実習用ノート型 PC がそれぞれ 1 台ずつ割り当てられる。また、学生は、実験結果の解析や発表スライドの作成のために、各 1 台のデスクトップ型 PC を使用することができる。

演習に先立ち、担当教員が Wingnet 教育支援システムを用いて、自律神経（副交感神経）支配の様態に関する講義を行い、演習に取り組む上での必要な概念および用語など、基礎的な知識を学生に再認識させる。加えて、本シミュレーションがどういった動物実験の代替となっているかを説明し、視覚的に捉えられない実際の装置を用いた腸管平滑筋の収縮反応様式を理解させる。学生の理解を確認した上で、実習用ノート型 PC を起動させ、シミュレーションプログラムの操作方法と演習課題の詳細を説明する。学生は薬物シミュレーション反応より得られた結果から濃度—反応曲線

を作成し、あらかじめ提示された解析項目に沿って指定された値を算出する。得られたデータおよび算出した値を基に提示された内容に沿って考察する。この間、指導教員は、学生からの質問に対して適切な回答を行いながら、算出された値が正しく求められていることを適宜確認し、演習を支援する。演習最後には、Wingnet 教育支援システムを用いて、各班ごとに演習結果を発表し、学生間や学生・教員間で議論を行う。

3 シミュレーション演習の内容

本演習では、腸管収縮モデルを設定し、腸管に対する自律神経（副交感神経）支配の様態を理解することを目的としている。具体的には、学生が上記 2.1 の操作を行なった後に、濃度—反応曲線を描き、提示された pA_2 値、 pD_2 値および pD'_2 値の求め方を理解した上で Schild プロットを作成し、阻害特性の評価法を学修する。それぞれの値を算出しプロット図を作成した後は、教員により提示誘導された内容に沿って考察を行い、パワーポイントを用いてプレゼンテーションスライドとしてまとめ上げ、発表を行う。

4 おわりに

医師が薬物の作用機序やその基本原理を理解せずに結果の数字だけを見て患者の対応にあたるようでは正しい判断ならびに個別治療を行うことはできない。処方する薬物により標的臓器がどういった反応を示すのか（具体的には、臓器・組織を構成している細胞内の薬物標的分子〔蛋白質〕に対する作用）を十分に理解しておく必要がある。薬物による生体反応をリアルに理解することは、講義を受けるだけの受動的学習のみでは困難である。したがって、薬理学を学修する上で、実験動物を用いた薬理学実習は必要不可欠なプログラムであることは言うまでもない。しかしながら、全体として教育する内容が増加・高度化する一方で、薬理学のような基礎医学科目に要する講義時間は年々減少傾向にあり、加えて専任教員の確保も次第に困難になりつつある。そこで、効率的かつ最良の薬理学演習を行う手段の一つがシミュレーションプログラムを取り入れた PC 演習である。実際のモルモット腸管を用いた実習において、教員は試薬、機器、標本の準備に数日前から時間をさき、入念な準備を行った上で、演習本番に備える。

PC を用いた薬物反応シミュレーション演習であれば、それらがすべて省略され同演習が簡略化される。本シミュレーションソフトを活用したアクティブ・ラーニング型演習は、昨今の大学教育を取り巻く潮流の中にあって、一つの方向性を示すものと考えられる。最近では、実際の生体組織の変化を観察できる 3D シミュレーションソフトの開発も進められており、動物実験による倫理上の問題の克服だけでなく、解剖、生理、薬理学といったより多角的な視点から観察を行うことが今後可能になると思われる。