

Guessing right – whether and how medical students give incorrect reasons for their correct diagnoses

Abstract

Background: Clinical reasoning is one of the central competencies in everyday clinical practice. Diagnostic competence is often measured based on diagnostic accuracy. It is implicitly assumed that a correct diagnosis is based on a proper diagnostic process, although this has never been empirically tested. The frequency and nature of errors in students' diagnostic processes in correctly solved cases was analyzed in this study.

Method: 148 medical students processed 15 virtual patient cases in internal medicine. After each case, they were asked to state their final diagnosis and justify it. These explanations were qualitatively analyzed and assigned to one of the following three categories:

1. correct explanation,
2. incorrect explanation and
3. diagnosis guessed right.

Results: The correct diagnosis was made 1,135 times out of 2,080 diagnostic processes. The analysis of the associated diagnostic explanations showed that

1. 92% (1,042) reasoning processes were correct,
2. 7% (80) were incorrect, and
3. 1% (13) of the diagnoses were guessed right.

Causes of incorrect diagnostic processes were primarily a lack of pathophysiological knowledge (50%) and a lack of diagnostic skills (30%).

Conclusion: Generally, if the diagnosis is correct, the diagnostic process is also correct. The rate of guessed diagnoses is quite low at 1%. Nevertheless, about every 14th correct diagnosis is based on a false diagnostic explanation and thus, a wrong diagnostic process. To assess the diagnostic competence, both the diagnosis result and the diagnostic process should be recorded.

Keywords: Clinical reasoning, diagnostic errors, qualitative research, virtual patients

Introduction

During an average working day, a general practitioner on average sees 45 patients [1] and makes many diagnostic decisions. The rate for a doctor working in a clinic is probably similar. This illustrates the importance of diagnostic competence in everyday clinical practice. Because of this, diagnostic competence is also one of the central topics in medical education research and part of the medical curriculum.

Diagnostic competence can be captured using several parameters: A standard method is to measure the diagnostic accuracy as a result parameter (often binary coded: right vs wrong) [2], [3], [4]. For example, diagnostic efficiency (number of correctly diagnosed cases divided by the time needed for diagnosis) can be used to record

diagnostic process quality [2]. For a meaningful assessment of improved diagnostic knowledge, not only factual knowledge but also conditional and procedural knowledge should be recorded (e.g. 3-component test) [5]. For optimal assessment of diagnostic competence it is helpful to combine different assessment methods, such as the diagnostic result and one of the above-mentioned parameters to measure the diagnostic process – Ilgen [6] emphasizes that diagnostic competence does not end with arriving at a correct diagnosis, but the associated diagnostic process too playing a role. Also, the analysis of the causes of diagnostic errors [7] or the cognitive steps during diagnosis [8] can be used to determine diagnostic competence or deficits in the clinical decision process. The causes leading to misdiagnosis were also investigated for medical students [7] based on Graber's

Leah T. Braun^{1,2}
Katharina F. Borrmann²
Christian Lottspeich¹
Daniel A. Heinrich¹
Jan Kiesewetter²
Martin R. Fischer²
Ralf Schmidmaier¹

1 Ludwig-Maximilians-University (LMU) Munich, Klinikum der Universität München, Medizinische Klinik und Poliklinik IV, München, Germany

2 Ludwig-Maximilians-University (LMU) Munich, Klinikum der Universität München, Institut für Didaktik und Ausbildungsforschung in der Medizin, München, Germany

classification [9]: There are eight different cognitive reasons for incorrect diagnoses: lack of diagnostic skills (for example in the interpretation of an ECG), lack of knowledge, faulty context generation, faulty triggering, misidentification (e.g. myocarditis and endocarditis), premature closure, overestimating and underestimating findings, and failure to find any diagnosis at all. One problem here, however, is that it is not yet known how many of the correct diagnoses were guessed right or whether these correct diagnoses are based on a faulty diagnostic process.

While quite a lot is known about the diagnostic process and the explanations for misdiagnoses comparatively speaking, so far only a few studies have been carried out which look at correct diagnoses. Previously, it was assumed that a correct diagnosis is based on a correct diagnosis process with a correct diagnostic explanation, but this has never been empirically verified to our knowledge.

Against this background, the following research question should be answered: How many correct diagnoses are based on a wrong diagnostic process, and what error types are there? How many of the correct diagnoses were guessed right?

To answer this question, the diagnostic explanations of medical students in a controlled setting were qualitatively evaluated.

Method

Study design and participants

This article presents the qualitative data from a large, randomized intervention study analyzing the effects of various scaffolding methods (representation prompts, structured reflection and feedback) on the diagnostic skills of medical students. The quantitative results of this study are part of another publication [10].

During the summer of 2017, 151 advanced medical students in the clinical study section of the Ludwig Maximilian University and the Technical University of Munich processed 15 virtual patient cases on the electronic learning platform CASUS [11]. All subjects volunteered to participate in the study. Prerequisite for participation was the completion of the internal medicine module (6th and 7th semester). Participants were made aware of the study via circulars and notice boards. The cases were carefully piloted with ten students. Following a socio-demographic questionnaire, a test established the participants' prior knowledge and an introductory video explained the technicalities of the learning platform. The participants then worked on 15 cases, apart from a control group that solved only 10 cases. After the medical history and the physical examination in each case, participants had access to virtual patient records with data from various technical examinations (such as laboratory results, an ECG or an X-ray). Finally, students had to state and justify their final diagnosis. An exemplary typology of

two cases, according to Huwendiek et al. is shown in table 1 [12]. Participants received a financial allowance of 30 Euros. For the study, a certificate of compliance was issued by the Ethics Committee of the LMU Munich (number 75-16).

Evaluation and statistics

The correct diagnoses were determined in advance by the case authors (LB and KB) and a team of experts consisting of four physicians. Furthermore, it has been determined which information (technical examinations and key terms) had to be included in an explanation in order to classify these as correct.

There was an exploratory examination of all correct diagnoses. After a coding scheme had been developed, all justifications were assigned to one of the following three categories: right reasoning, wrong reasoning and guessed diagnoses. The category "right reasoning" included all explanations in which no wrong statements were made. The "wrong explanation" category included all justifications that contained some objective error, such as a misdiagnosed ECG or an incorrect pathophysiological explanation of symptoms. The category "guessed diagnoses" only included justifications in which the subjects explicitly stated that they had guessed the diagnosis. The definitions of the three categories, as well as suitable examples, are shown in table 2.

All wrong explanations were also discussed jointly by two of the authors (LB and RS) and assigned to a further category. The wrong explanations were then subdivided according to which aspects were wrong. The categorization was based on the classification for diagnostic errors by medical students [7]. Four categories were distinguished: lack of diagnostic skills regarding the interpretation of technical examination findings, lack of pathophysiological knowledge, incorrect causal relationships and general uncertainty in the diagnosis.

The statistical evaluation was carried out using SPSS 25.

Results

Participants

148 out of 151 participants processed all cases and were included in the data evaluation. The students on average were 25.3 (SD=3.3) years old and had 3.3 (SD=1.0) months of clinical experience. The final average grade was 1.6 (SD=0.6), the grade in internal medicine was 2.2 (SD=1.3), and the oral and written physics grade was 2.3 (SD=1.0) or 2.5 (SD=0.9).

Diagnostic evidence and forms of diagnostic reasoning

In total, over 2,000 diagnostic processes were recorded, of which 814 ended with a misdiagnosis. The correct diagnosis was made in 1,135 diagnostic processes.

Table 1: Exemplary typology of a patient case

Factor	Case example 1	Case example 2
Title	Case 6	Case 11
Description	Young woman with progressive respiratory distress with known asthma	Senior male with increasing B symptoms and dyspnoea with known CLL
Language	German	German
Identifier	Original Case-Id 857384	Original Case-Id 857966
Provenance	Braun, Schmidmaier, LMU Munich	Braun, Schmidmaier, LMU Munich
Typical study time	10 minutes	10 minutes
Educational Level	Students in the clinical study section after completion of the internal medicine module	Students in the clinical study section after completion of the internal medicine module
Educational modes	Test cases	Test cases
Coverage	Internal medicine	Internal medicine
Objectives and outcomes	Test cases - Collection of diagnostic accuracy, diagnostic efficiency and causes of diagnostic errors	Test cases - Collection of diagnostic accuracy, diagnostic efficiency and causes of diagnostic errors
Path type	Open navigation	Open navigation
User modality	Single user in the role of the physician	Single user in the role of the physician
Media and resources	Text, Lab results (Tables), X-rays, ECG, lung function test	Text, Lab results (Tables), X-rays, ECG, lung function test
Narrative use and patient focus	In the third person	In the third person
Interactivity use	Clickable options and word tasks Total: 12	Clickable options and word tasks Total: 12
Feedback use	No feedback	No feedback
Originating system	CASUS	CASUS
Format	DHTML front end, servlet and JSP backend	DHTML front end, servlet and JSP backend
Integration and dependence	CASUS	CASUS

Table 2: Examples of diagnostic explanations

Kategorie	Definition	Example
Right explanation	Diagnosis is explained on the basis of the appropriate findings in the anamnesis, the physical examination or the technical examinations and contains no erroneous aspects	“BGA shows a decreased CO ₂ partial pressure and an increased pH. The unobtrusive other examinations, as well as the spasm due to hyperventilation fit the diagnosis” (Diagnosis: hyperventilation)
Wrong explanation	Part of or the entire diagnosis reasoning is wrong	“Pulmonary function shows restriction, other diagnoses unlikely” (diagnosis: Acute asthma attack, obstruction in lung function, no restriction)
Diagnosis guessed right	The students state that they have guessed at the diagnosis	“I have no idea what kind of diagnosis it might be.” (Diagnosis: pneumothorax)

Table 3: Frequency of right and wrong explanations and guessed diagnosis

Case	N	Number of right diagnoses	Explanation		
			right	wrong	guessed right
Case 1: Tuberculosis	120	50 (42 %)	47 (94 %)	3 (6 %)	0 (0 %)
Case 2: Pneumothorax	120	87 (73 %)	79 (91 %)	4 (4.5 %)	4 (4,5 %)
Case 3: COPD	120	89 (74 %)	83 (93 %)	4 (4.5 %)	2 (2%)
Case 4: Myocarditis	120	74 (61 %)	68 (92 %)	5 (6.8 %)	1 (1.4 %)
Case 5: Asthma attack	120	49 (41 %)	44 (90 %)	5 (10 %)	0 (0 %)
Case 6: Hyperventilation	148	50 (34 %)	43 (86 %)	6 (12 %)	1 (2 %)
Case 7: Heart insufficiency	148	104 (70 %)	73 (70 %)	30 (29%)	1 (1 %)
Case 8: COPD	148	75 (51 %)	73 (97 %)	0 (0 %)	2 (3 %)
Case 9: Pneumothorax	148	63 (43 %)	55 (87 %)	7 (11 %)	1 (2%)
Case 10: Choledocholithiasis	148	95 (64 %)	91 (96 %)	3 (3 %)	1 (1 %)
Case 11: Tuberculosis	148	61 (41 %)	55 (90 %)	6 (10 %)	0 (0%)
Case 12: Lung embolism	148	112 (76 %)	106 (95 %)	6 (5 %)	0 (0 %)
Case13: Lung cancer	148	27 (18 %)	26 (96 %)	1 (4 %)	0 (0 %)
Case 14: COPD	148	87 (59 %)	87 (100%)	0 (0%)	0 (0 %)
Case 15: Diverticulitis	148	112 (76 %)	112 (100 %)	0 (0 %)	0 (0 %)
<i>Altogether</i>		1135	1042 (92 %)	80 (7 %)	13 (1 %)

Table 4: Categorization of wrong justifications

Category	Number (%)	Example
Lack of diagnostic skills	24 (30%)	“The history (sudden onset of dyspnoea and tightness), pulmonary outgrowth and chest X-ray strongly suggest pneumothorax. The X-ray thorax also shows a shift of the trachea to the right, which would speak for a tension pneumothorax.” (Note: There is no tracheal shift visible in the X-ray.) “Age, athleticism, history, absence of pathogens, no B symptoms, bland ECG, cardiac findings.” (Note: The ECG is not bland, there are ST elevations in all leads.)”
Lack of knowledge	40 (50%)	“Respiratory alkalosis, laboratory results normal, cramps in the hand, long-lasting asthma attack” (Note: student correctly diagnoses hyperventilation, but classifies it as an asthma attack stage)
Faulty triggering	6 (7,5%)	“Due to the lack of examination results (except pH alkaline, which indicates hyperventilation, which is definitely respiratory and non-metabolic), she probably had a mild asthma attack and then panicked because of cramps in her arm, which mutually reinforced each other”
Uncertainty in answering / confounded by findings	10 (12,5%)	“Acid-fast rods in sputum and cough with sputum. Was confounded by Hb-waste and Krea-increasebut I ignored it.”

Many of the diagnostic explanations (between 86 and 100%) were correct, except for case 7 (heart failure), where only 70% of the explanations were correct. There was no correlation between the overall difficulty of a case – reflected by the diagnostic accuracy – and the rate of erroneous reasoning (see table 3). Almost none of the correct solutions were guessed: the rate of correctly guessed diagnoses was between 0 and 4.5% per case

(see table 3). The diagnostic explanations did not improve in thematically similar cases with the same diagnosis. In all cases, 80 reasons were wrong (7%). These were assigned to the four categories mentioned above. Examples of all categories are shown in table 4. Lack of pathophysiological knowledge was the most common reason for errors, with 50% (40 out of 80 errors), followed by a lack of diagnostic skills (30%).

Discussion

We were able to show in this study that a faulty diagnostic process was behind 7% of correct diagnoses. There are four different causes for these errors: Lack of pathophysiological knowledge, lack of diagnostic skills, incorrect causal relationships and the inability to reduce the diagnostic uncertainty through the diagnostic process.

Considering the results, the following aspects are striking: The number of correctly guessed diagnoses is low, and clearly below the statistically expected rate of probability; apart from cases 10 and 15, the cases all had the main symptom of dyspnoea, for which only a limited number of diagnoses is possible other than exotic diagnoses and atypical outcomes.

Each case was designed to have 3 possible differential diagnoses following examination of the medical history; the additional information (physical examination and technical examination) then in each case pointed towards a specific diagnosis. Therefore, an approximate probability rate of about 30% can be assumed. However, very few students randomly made the right diagnosis. There was a well-thought-out diagnostic process behind almost all mentioned diagnoses. In another study, it was demonstrated regarding incorrect diagnoses that only a small number of diagnoses are due to a complete lack of knowledge [7].

Overall, this is a good result: Diagnoses are not guessed in experimental and virtual settings but are usually based on a well-thought-out – even if incorrect – diagnostic process.

Comparable to the causes of diagnostic errors, similar sources of errors could also be identified in this study. A lack of knowledge and a lack of diagnostic skills should not be underestimated as a source of errors despite the somewhat contradictory study situation [9], [13] and should be addressed in the medical curriculum. Overall, it has been confirmed that determining the diagnostic process is essential because giving a correct diagnosis does not always imply a faultless diagnostic process. For future studies in the field of clinical reasoning, therefore, both the diagnostic result and the diagnostic process should be recorded in order to gain a comprehensive picture of a person's diagnostic competence. Computer-aided methods of text analysis could be helpful here.

Despite a large number of over 2,000 diagnostic processes analyzed, the results of this study are limited to the field of internal medicine and should also be replicated with cases from other specializations. Furthermore, we were only about to formulate statements regarding the diagnostic processes of medical students; it is not possible to draw conclusions about other levels of expertise.

It is advantageous that the diagnostic processes were not disturbed by the methodology of our study design – as can be the case with the use of think-aloud-protocols, for example [14]. For teaching purposes, it would be desirable in the future, if in addition to feedback on the case

solution in the processing of virtual patient cases, individual feedback on the reasoning could be given.

Conclusions

In this study, for the first time, the diagnostic explanations of correct diagnoses were analyzed in a controlled setting. 7% of the correct diagnoses are based on erroneous diagnostic processes; 1% of the diagnoses were simply guessed right.

Competing interests

The authors declare that they have no competing interests.

References

1. Rieser S. *ÄrzteMonitor: Zufrieden - aber es fehlt an Zeit.* Dtsch Arztebl Int. 2014;111(29-30):1278.
2. Braun LT, Zottmann JM, Adolf C, Lottspeich C, Then C, Wirth S, Fischer MR, Schmidmaier R. Representation scaffolds improve diagnostic efficiency in medical students. *Med Educ.* 2017;51(11):1118-1126. DOI: 10.1111/medu.13355
3. Mamede S, van Gog T, Sampaio AM, de Faria RM, Maria JP, Schmidt HG. How can students' diagnostic competence benefit most from practice with clinical cases? The effects of structured reflection on future diagnosis of the same and novel diseases. *Acad Med.* 2014;89(1):121-127. DOI: 10.1097/ACM.0000000000000076
4. Ilgen JS, Bowen JL, McIntyre LA, Banh KV, Barnes D, Coates WC, Druck J, Fix ML, Rimple D, Yarris LM, Eva KW. Comparing diagnostic performance and the utility of clinical vignette-based assessment under testing conditions designed to encourage either automatic or analytic thought. *Acad Med.* 2013 Oct;88(10):1545-51. DOI: 10.1097/ACM.0b013e3182a31c1e
5. Schmidmaier R, Eiber S, Ebersbach R, Schiller M, Hege I, Holzer M, Fischer MR. Learning the facts in medical school is not enough: which factors predict successful application of procedural knowledge in a laboratory setting? *BMC Med Educ.* 2013;13:28. DOI: 10.1186/1472-6920-13-28
6. Ilgen JS, Eva KW, Regehr G. What's in a Label? Is Diagnosis the Start or the End of Clinical Reasoning? *J Gen Intern Med.* 2016;31(4):435-437. DOI: 10.1007/s11606-016-3592-7
7. Braun LT, Zwaan L, Kiesewetter J, Fischer MR, Schmidmaier R. Diagnostic errors by medical students: results of a prospective qualitative study. *BMC Med Educ.* 2017;17(1):191. DOI: 10.1186/s12909-017-1044-7
8. Kiesewetter J, Ebersbach R, Gorlitz A, Holzer M, Fischer MR, Schmidmaier R. Cognitive problem solving patterns of medical students correlate with success in diagnostic case solutions. *PLoS One.* 2013;8(8):e71486. DOI: 10.1371/journal.pone.0071486
9. Graber ML, Franklin N, Gordon R. Diagnostic error in internal medicine. *Arch Intern Med.* 2005;165(13):1493-1499.
10. Braun LT, Borrmann KF, Lottspeich C, Heinrich DA, Kiesewetter J, Fischer MR, Schmidmaier R. Scaffolding clinical reasoning of medical students with virtual patients: effects on diagnostic accuracy, efficiency, and errors. *Diagnosis (Berl).* 2019;6(2):137-149. DOI: 10.1515/dx-2018-0090

11. Fischer MR, Schauer S, Gräsel C, Baehring T, Mandl H, Gärtner R, Scherbaum W, Scriba PC. Modellversuch CASUS. Ein computergestütztes Autorensystem für die problemorientierte Lehre in der Medizin [CASUS model trial. A computer-assisted author system for problem-oriented learning in medicine]. Z Arztl Fortbild (Jena). 1996 Aug;90(5):385-9.
12. Huwendiek S, De Ieng BA, Zary N, Fischer MR, Ruiz JG, Ellaway R. Towards a typology of virtual patients. Med Teach. 2009;31(8):743-748. DOI: 10.1080/01421590903124708
13. Zwaan L, de Bruijne M, Wagner C, Thijs A, Smits M, van der Wal G, Timmermann DR. Patient record review of the incidence, consequences, and causes of diagnostic adverse events. Arch Intern Med. 2010;170(12):1015-1021.
14. Konrad K. Lautes Denken. Handbuch qualitative Forschung in der Psychologie. Heidelberg: Springer; 2010. p.476-490. DOI: 10.1007/978-3-531-92052-8_34

Please cite as

Braun LT, Borrmann KF, Lottspeich C, Heinrich DA, Kiesewetter J, Fischer MR, Schmidmaier R. Guessing right – whether and how medical students give incorrect reasons for their correct diagnoses. GMS J Med Educ. 2019;36(6):Doc85.
DOI: 10.3205/zma001293, URN: urn:nbn:de:0183-zma0012937

This article is freely available from

<https://www.egms.de/en/journals/zma/2019-36/zma001293.shtml>

Received: 2019-01-28

Revised: 2019-05-04

Accepted: 2019-06-06

Published: 2019-11-15

Copyright

©2019 Braun et al. This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 License. See license information at <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>.

Corresponding author:

Leah T. Braun

Ludwig-Maximilians-University (LMU) Munich, Klinikum der Universität München, Medizinische Klinik und Poliklinik IV, Ziemssenstr. 1, D-80336 München, Germany, Phone: +49 (0)89/4400-57334, Fax: +49 (0)89/4400-57339
leah.braun@med.uni-muenchen.de

Richtig geraten – ob und wie Medizinstudierende ihre richtigen Diagnosen fehlbegründen

Zusammenfassung

Zielsetzung: Diagnostizieren ist eine der zentralen Kompetenzen im klinischen Alltag. Die Diagnosekompetenz wird häufig anhand der Diagnosegenauigkeit gemessen. Es wird implizit angenommen, dass eine richtige Diagnose ein richtiger Diagnoseprozess zugrunde liegt und dass nicht geraten wird, obwohl dies bisher nie empirisch überprüft wurde. Die Häufigkeit und die Art von Fehlern im studentischen Diagnoseprozess bei richtigem Diagnoseergebnis wurden in dieser Studie analysiert.

Methodik: 148 Medizinstudierende im klinischen Studienabschnitt bearbeiteten 15 virtuelle Patientenfälle. Nach jedem Fall wurden sie aufgefordert, eine finale Diagnose zu stellen und diese zu begründen. Diese Begründungen wurden inhaltsanalytisch ausgewertet und jeweils einer der drei folgenden Kategorien zugeordnet:

1. korrekte Diagnosebegründung,
2. fehlerhafte Begründung der Diagnose und
3. zufällig richtig geratene Diagnosen.

Ergebnisse: Bei 2080 ausgewerteten Diagnoseprozessen wurde 1135 Mal die richtige Diagnose gestellt. Die Analyse der dazugehörigen Diagnosebegründungen ergab, dass

1. 92% (1042) Begründungen korrekt waren,
2. 7% (80) fehlerhaft waren und
3. 1% (13) der Diagnosen richtig geraten wurden.

Ursachen für fehlerhafte Diagnoseprozesse waren in erster Linie mangelndes pathophysiologisches Wissen (50%) sowie mangelnde diagnostische Fähigkeiten (30%).

Schlussfolgerung: In der Regel ist bei korrekt gestellter Diagnose auch der Diagnoseprozess korrekt. Die Rate an geratenen Diagnosen ist mit 1% sehr gering. Dennoch liegt ca. jeder 14. richtigen Diagnose eine falsche Diagnosebegründung und damit ein falscher Diagnoseprozess zugrunde. Zum Assessment der Diagnosekompetenz sollten daher das Diagnoseergebnis und der Diagnoseprozess erfasst werden.

Schlüsselwörter: Klinische Entscheidungsfindung, Diagnosefehler, qualitative Forschung, virtuelle Patienten

Einleitung

Während eines durchschnittlichen Arbeitsalltags sieht ein Allgemeinmediziner durchschnittlich 45 Patienten [1] und trifft dabei viele diagnostische Entscheidungen. Die Rate für einen in der Klinik tätigen Arzt dürfte ähnlich aussehen. Dies verdeutlicht, wie wichtig Diagnosekompetenz im klinischen Alltag ist. Aufgrund dessen ist die Diagnosekompetenz ebenso eines der zentralen Themen in der medizindidaktischen Forschung und Bestandteil des medizinischen Curriculums.

Diagnosekompetenz kann über verschiedene Parameter erfasst werden: Eine häufige Methode ist es, die Diagnosegenauigkeit als Ergebnisparameter zu erfassen (häufig binär codiert: richtig vs. falsch) [2], [3], [4]. Zur Erfassung der Prozessqualität des Diagnostizierens kann zum Beispiel Diagnoseeffizienz (Anzahl der richtig getroffenen Diagnosen im Verhältnis zur aufgebrauchten Zeit) angewendet werden [2]. Zur aussagekräftigen Erfassung des verbesserten diagnostischen Wissens sollte neben Faktenwissen auch das konditionale und prozedurale Wissen erfasst werden (Bsp. 3-Komponenten-Test) [5]. Zur optimalen Erfassung der Diagnosekompetenz ist es hilfreich, verschiedene Assessment-Methoden zu kombinieren, so beispielsweise das Diagnoseergebnis und einen der oben

Leah T. Braun^{1,2}
Katharina F. Borrmann²
Christian Lottspeich¹
Daniel A. Heinrich¹
Jan Kiesewetter²
Martin R. Fischer²
Ralf Schmidmaier¹

1 Ludwig-Maximilians-Universität (LMU) Munich, Klinikum der Universität München, Medizinische Klinik und Poliklinik IV, München, Deutschland

2 Ludwig-Maximilians-Universität (LMU) Munich, Klinikum der Universität München, Institut für Didaktik und Ausbildungsforschung in der Medizin, München, Deutschland

genannten Parameter zur Erfassung des Diagnoseprozesses – Ilgen [6] betont, dass Diagnosekompetenz nicht mit der Stellung einer richtigen Diagnose endet, sondern auch der dazu gehörige Diagnoseprozess eine Rolle spielt. Auch aus der Analyse der Ursachen von Diagnosefehlern [7] oder der kognitiven Schritte während des Diagnostizierens [8] kann auf die Diagnosekompetenz bzw. die Defizite in der klinischen Entscheidung rückgeschlossen werden. Die Ursachen, die zu Fehldiagnosen führen, wurden in Anlehnung an Grabers Klassifikation [9] auch für Medizinstudierende untersucht [7]: Es gibt acht verschiedene kognitive Gründe für falsche Diagnosen: mangelnde diagnostische Fähigkeiten (beispielsweise in der Interpretation eines EKGs), mangelndes Wissen, die Herstellung von falschen Kausalzusammenhänge zwischen Befunden, das Ziehen von falschen Schlussfolgerungen, Verwechslung von ähnlich wirkenden Diagnosen (z.B. Myokarditis und Endokarditis), voreilige Schlussfolgerungen, Über- und Unterschätzen von Befunden sowie Ratlosigkeit. Ein Problem ist hier allerdings, dass bisher nicht bekannt ist, wie viele der richtig gestellten Diagnosen nur aus Zufall richtig geraten wurden oder ob diesen richtigen Diagnosen ein fehlerhafter Diagnoseprozess zu Grunde liegt.

Während über den Diagnoseprozess und die Begründungen bei Fehldiagnosen schon relativ viel bekannt ist, gibt es bisher nur wenige Untersuchungen bei richtig gestellten Diagnosen. Bisher wurde angenommen, dass einem richtigen Diagnoseergebnis ein richtiger Diagnoseprozess mit richtiger Diagnosebegründung zugrunde liegt, jedoch unseres Wissens nie empirisch überprüft.

Vor diesem Hintergrund sollte die folgende Forschungsfrage beantwortet werden: Wie vielen eigentlich richtig gestellten Diagnosen liegt eine fehlerhafte Diagnosebegründung zugrunde und welche Fehlerarten sind das? Wie viele der korrekt gestellten Diagnosen wurden richtig geraten?

Zur Beantwortung der Frage wurden die Diagnosebegründungen von Medizinstudierenden in einem kontrollierten Setting qualitativ ausgewertet.

Methodenteil

Studiendesign und Probanden

In diesem Artikel werden die qualitativen Daten einer großen, randomisierten Interventionsstudie, in der die Einflüsse verschiedener Scaffolding-Maßnahmen (Repräsentations-Prompts, Strukturierte Reflexion und Feedback) auf die Diagnosekompetenz von Medizinstudierenden untersucht wurden, dargestellt. Die quantitative Auswertung dieser Studie ist Teil einer anderen Publikation [10].

Im Sommer 2017 bearbeiteten 151 fortgeschrittene Medizinstudierende im klinischen Studienabschnitt der Ludwig-Maximilians-Universität und der Technischen Universität München 15 internistische virtuelle Patientenfälle auf der elektronischen Lernplattform CASUS [11].

Alle Probanden nahmen freiwillig an der Studie teil. Voraussetzung zur Teilnahme war der Abschluss des internistischen Moduls (6. und 7. Fachsemester). Die Probanden wurden über Rundmails und Aushänge auf die Studie aufmerksam gemacht. Die Fälle wurden im Vorhinein sorgfältig mit 10 Studierenden pilotiert. Nach einem soziodemografischen Fragebogen, einem Vorwissenstest und einem Einführungsvideo, in dem die technischen Besonderheiten der Lernplattform erläutert wurden, bearbeiteten die Probanden 15 Fälle, abgesehen von einer Kontrollgruppe, die nur 10 Fälle bearbeitete. Die Probanden hatten nach der Anamnese und der körperlichen Untersuchung in jedem Fall Zugriff auf eine virtuelle Patientenakte mit verschiedenen technischen Untersuchungen (wie z.B. einem Labor, einem EKG oder einem Röntgenbild). Abschließend mussten die Probanden ihre finale Diagnose benennen und begründen. Eine beispielhafte Typologie zweier Fälle nach Huwendiek et al. ist in Tabelle 1 dargestellt [12]. Alle Probanden erhielten eine finanzielle Aufwandsentschädigung von 30 Euro für die Teilnahme. Für die Studie wurde von der Ethikkommission der LMU München eine Unbedenklichkeitsbescheinigung ausgestellt (Nummer 75-16).

Auswertung und Statistik

Die richtigen Diagnosen wurden im Vorhinein von den Fallautoren (LB und KB) sowie einem Expertenteam bestehend aus vier Ärzten für alle Fälle festgelegt. Des Weiteren wurde festgelegt, welche Angaben (technische Untersuchungen und Schlüsselbegriffe) in den Diagnosebegründungen enthalten sein müssen, um diese als richtig zu klassifizieren.

Alle Diagnosebegründungen, bei denen die richtige Diagnose genannt wurde, wurden zuerst explorativ gelesen. Nachdem ein Codierschema entwickelt worden war, wurden alle Begründungen einer der drei folgenden Kategorien zugeordnet: korrekte Begründung, fehlerhafte Begründung und geratene Diagnosen. In die Kategorie „korrekte Begründungen“ wurden alle Begründungen eingeordnet, in der keine falschen Aussagen getroffen wurden. In die Kategorie „fehlerhafte Begründungen“ wurden alle Begründungen eingeordnet, die in irgendeiner Form einen eindeutigen objektiven Fehler enthielten wie beispielsweise ein falsch befundetes EKG oder eine falsche pathophysiologische Erklärung von Symptomen. Zur Kategorie „geratene Diagnosen“ wurden nur Begründungen gezählt, in denen die Probanden explizit geschrieben haben, dass sie die Diagnose geraten hatten.

Die Definitionen der drei Kategorien sowie passende Beispiele werden in Tabelle 2 gezeigt.

Alle fehlerhaften Begründungen wurden zudem von zwei der Autoren (LB und RS) gemeinsam diskutiert und einer weiteren Kategorie zugeordnet. Die fehlerhaften Begründungen wurden danach unterteilt, welche Aspekte falsch waren. Die Kategorisierung erfolgte in Anlehnung an die Klassifikation für Diagnosefehler bei Medizinstudierenden [7]. Es konnten vier Kategorien unterschieden werden: fehlende diagnostische Fähigkeiten bezüglich der Inter-

Tabelle 1: Beispielhafte Typologie eines Patientenfalls

Faktor	Beispiel-Fall 1	Beispiel Fall 2
Title	Fall 6	Fall 11
Deskription	Junge Frau mit progredienter Atemnot bei bekanntem Asthma	Älterer Herr mit zunehmender B-Symptomatik und Dyspnoe bei bekannter CLL
Language	Deutsch	Deutsch
Identifizier	Original Fall-Id 857384	Original Fall-Id 857966
Provenance	Braun, Schmidmaier, LMU München	Braun, Schmidmaier, LMU München
Typical study time	10 Minuten	10 Minuten
Educational Level	Studierende im klinischen Studienabschnitt nach Abschluss des Internistischen Moduls	Studierende im klinischen Studienabschnitt nach Abschluss des Internistischen Moduls
Educational modes	Testfälle	Testfälle
Coverage	Innere Medizin	Innere Medizin
Objectives and outcomes	Testfälle – Erhebung von Diagnoserichtigkeit, Diagnoseeffizienz und Ursachen für Diagnosefehler	Testfälle – Erhebung von Diagnoserichtigkeit, Diagnoseeffizienz und Ursachen für Diagnosefehler
Path type	Offene Navigation	Offene Navigation
User modality	Einzelnutzer in der Rolle des Arztes/der Ärztin	Einzelnutzer in der Rolle des Arztes/der Ärztin
Media and resources	Text, Laborergebnisse (Tabellen), Röntgenbild, EKG, Abbildung einer Lungenfunktionsprüfung	Text, Laborergebnisse (Tabellen), Röntgenbild, EKG, Abbildung einer Lungenfunktionsprüfung
Narrative use und patient focus	In der dritten Person	In der dritten Person
Interactivity use	Anklickbare Optionen und Textaufgaben Insgesamt: 12	Anklickbare Optionen und Textaufgaben Insgesamt: 12
Feedback use	Kein Feedback	Kein Feedback
Originating system	CASUS	CASUS
format	DHTML front end, servlet und JSP backend	DHTML front end, servlet und JSP backend
Integration and dependence	CASUS	CASUS

Tabelle 2: Beispiele für Diagnosebegründungen

Kategorie	Definition	Beispiel
Korrekte Begründung	Diagnose wird anhand der passenden Befunde in der Anamnese, der körperlichen Untersuchung oder der technischen Untersuchungen erklärt und enthält keine fehlerhaften Aspekte	„BGA zeigt ein erniedrigten CO ₂ Partialdruck und einen erhöhten PH. Die unauffälligen sonstigen Untersuchungen, sowie der Krampf aufgrund der Hyperventilation passen zu der Diagnose“ (Diagnose: Hyperventilation)
Fehlerhafte Begründung	Ein Teil oder die gesamte Diagnosebegründung ist fehlerhaft	„Lungenfunktion zeigt Restriktion, andere Diagnosen unwahrscheinlich“ (Diagnose: Akuter Asthmaanfall, in der Lungenfunktion ist eine Obstruktion zu sehen, keine Restriktion)
Richtig erratene Diagnosen	Die Probanden geben selbst an, die Diagnose geraten zu haben	„Ich hab keine Ahnung, um was für eine Diagnose es sich handeln könnte.“ (Diagnose: Pneumothorax)

pretation von technischen Untersuchungsbefunden, mangelndes pathophysiologisches Wissen, falsche Kausalzusammenhänge und eine generelle Unsicherheit bei der Diagnosestellung.

Die statistische Auswertung erfolgte mit SPSS 25.

Ergebnisse

Probandencharakterisierung

148 von 151 Teilnehmer bearbeiteten alle Fälle und wurden in die Datenauswertung eingeschlossen. Die

Probanden waren im Durchschnitt 25,3 (SD=3,3) Jahre alt und hatten 3,3 (SD=1,0) Monate klinische Erfahrung. Die Abiturdurchschnittsnote lag bei 1,6 (SD=0,6), die Note im Schein „Innere Medizin“ bei 2,2 (SD=1,3) und die mündliche und schriftliche Physikumsnote bei 2,3 (SD=1,0) bzw. 2,5 (SD=0,9).

Diagnoserichtigkeit und Formen der Diagnosebegründungen

Insgesamt wurden über 2.000 Diagnoseprozesse erfasst, davon endeten 814 mit einer Fehldiagnose. Bei 1.135 Diagnoseprozessen wurde die korrekte Diagnose gestellt. Ein Großteil der Diagnosebegründungen bei richtig gestellter Diagnose (zwischen 86 und 100%) war korrekt, abgesehen von Fall 7 (Herzinsuffizienz), in dem nur 70% der Begründungen korrekt waren. Es zeigte sich kein Zusammenhang zwischen der allgemeinen Schwierigkeit eines Falls – widerspiegelt anhand der Lösungsrichtigkeit in den Fällen – und der Rate an fehlerhaften Begründungen (siehe Tabelle 3). Für alle Fälle gilt, dass fast keine der korrekten Lösungen erraten wurden: Die Rate an zufällig richtig geratenen Diagnosen lag zwischen 0 und 4,5% pro Fall (siehe Tabelle 3). Die Diagnosebegründungen verbesserten sich nicht bei thematisch ähnlichen Fällen mit gleicher Diagnose.

Über alle Fälle hinweg waren 80 Begründungen fehlerhaft (7%). Diese wurden den vier oben genannten Kategorien zugeordnet. Beispiele für alle Kategorien sind in Tabelle 4 gezeigt. Mangelndes pathophysiologisches Wissen war mit 50% (40 von 80 Fehlern) der häufigste Fehler in den Begründungen, gefolgt von mangelnden diagnostischen Fähigkeiten (30%).

Diskussion

In dieser Studie konnte gezeigt werden, dass hinter 7% der richtig gestellten Diagnosen ein fehlerhafter Diagnoseprozess steckt. Vier verschiedene Ursachen bedingen diese Fehler: Mangelndes pathophysiologisches Wissen, mangelnde diagnostische Fähigkeiten, falsche Kausalzusammenhänge sowie die Unfähigkeit durch den Diagnoseprozess die diagnostische Unsicherheit abzubauen.

Bei Betrachtung der Ergebnisse sind folgende Aspekte auffällig: Die Anzahl an richtig geratenen Diagnosen ist sehr gering und zwar deutlich unter der statistisch zu erwartenden Ratewahrscheinlichkeit: Die Fälle hatten (abgesehen von Fall 10 und 15) alle das Leitsymptom Dyspnoe, zu welchem nur eine begrenzte Anzahl an Diagnosen in Frage kommt – wenn von exotischen Diagnosen und atypischen Verläufen abgesehen wird.

Jeder Fall wurde so konzipiert, dass nach der Anamnese 3 mögliche Differentialdiagnosen wahrscheinlich waren; die weiteren Informationen (körperliche Untersuchung und technische Untersuchung) unterstützten dann in jedem Fall eine bestimmte Diagnose. Daher kann von einer ungefähren Ratewahrscheinlichkeit von ca. 30 % ausgegangen werden. Dennoch haben sehr wenige Probanden

zufällig die richtige Diagnose genannt. Hinter fast allen genannten Diagnosen steht also ein durchdachter Diagnoseprozess. In einer anderen Studie konnte auch für fehlerhafte Diagnosen gezeigt werden, dass nur eine geringe Anzahl auf völlige Unkenntnis zurückgeht [7]. Dies ist insgesamt ein gutes Ergebnis: Diagnosen werden auch in experimentellen und virtuellen Settings nicht erraten, sondern fußen in der Regel auf einem durchdachten – wenn zum Teil auch fehlerhaften – Diagnoseprozess.

Ähnlich zu den Ursachen für Diagnosefehler konnten auch in dieser Studie ähnliche Fehlerquellen ausgemacht werden. Mangelndes Wissen und mangelnde diagnostische Fähigkeiten dürfen als Fehlerquelle trotz der diesbezüglich recht widersprüchlichen Studienlage [9], [13] nicht unterschätzt werden und sollten im medizinischen Curriculum adressiert werden.

Insgesamt hat sich bestätigt, dass die Erfassung des Diagnoseprozesses wichtig ist, da die Nennung einer korrekten Diagnose nicht immer auf einen fehlerlosen Diagnoseprozess schließen lässt. Für zukünftige Studien im Bereich der klinischen Entscheidungsfindung gilt also, dass sowohl Diagnoseergebnis als auch Diagnoseprozess erfasst werden sollten, um ein umfassendes Bild von der Diagnosekompetenz einer Person zu gewinnen. Computergestützte Verfahren der Textauswertung könnten hier hilfreich sein.

Trotz der hohen Anzahl von über 2.000 analysierten Diagnoseprozessen sind die Ergebnisse dieser Studie auf den Bereich der Inneren Medizin limitiert und sollten auch mit Fällen aus anderen Fachgebieten repliziert werden. Zudem können nur Aussagen zu den Diagnoseprozessen von Medizinstudierenden getroffen werden; es können keine Rückschlüsse auf andere Expertise-Stufen geschlossen werden.

Vorteilhaft ist, dass durch die Methodik und das Studiendesign die Diagnoseprozesse nicht gestört wurden – wie es beispielsweise bei der Nutzung von Laut-Denk-Protokollen der Fall sein kann [14]. Für Lehrzwecke wäre es zukünftig wünschenswert, wenn neben Feedback zur Falllösung bei der Bearbeitung virtueller Patientenfälle auch ein individuelles Feedback zu den Diagnosebegründungen gegeben werden könnte.

Konklusion

In dieser Studie wurden erstmals die Diagnosebegründungen bei korrekter Diagnosestellung in einem kontrollierten Setting an Medizinstudierenden untersucht. 7% der korrekten Diagnosen liegt ein fehlerhafter Diagnoseprozess zugrunde, 1% der Diagnosen wurden richtig geraten.

Interessenkonflikt

Die Autoren erklären, dass sie keine Interessenkonflikte im Zusammenhang mit diesem Artikel haben.

Tabelle 3: Häufigkeit von richtigen Diagnosebegründungen, fehlerhaften und geratenen

Fall	N	Anzahl richtige Diagnosen		Begründung	
				korrekt	fehlerhaft
Fall 1: Tuberkulose	120	50 (42 %)	47 (94 %)	3 (6 %)	0 (0 %)
Fall 2: Pneumothorax	120	87 (73 %)	79 (91 %)	4 (4,5 %)	4 (4,5 %)
Fall 3: COPD	120	89 (74 %)	83 (93 %)	4 (4,5 %)	2 (2%)
Fall 4: Myokarditis	120	74 (61 %)	68 (92 %)	5 (6,8 %)	1 (1,4 %)
Fall 5: Asthmaanfall	120	49 (41 %)	44 (90 %)	5 (10 %)	0 (0 %)
Fall 6: Hyperventilation	148	50 (34 %)	43 (86 %)	6 (12 %)	1 (2 %)
Fall 7: Herzinsuffizienz	148	104 (70 %)	73 (70 %)	30 (29%)	1 (1 %)
Fall 8: COPD	148	75 (51 %)	73 (97 %)	0 (0 %)	2 (3 %)
Fall 9: Pneumothorax	148	63 (43 %)	55 (87 %)	7 (11 %)	1 (2%)
Fall 10: Choledocholithiasis	148	95 (64 %)	91 (96 %)	3 (3 %)	1 (1 %)
Fall 11: Tuberkulose	148	61 (41 %)	55 (90 %)	6 (10 %)	0 (0%)
Fall 12: Lungenembolie	148	112 (76 %)	106 (95 %)	6 (5 %)	0 (0 %)
Fall 13: Lungenkarzinom	148	27 (18 %)	26 (96 %)	1 (4 %)	0 (0 %)
Fall 14: COPD	148	87 (59 %)	87 (100%)	0 (0%)	0 (0 %)
Fall 15: Divertikulitis	148	112 (76 %)	112 (100 %)	0 (0 %)	0 (0 %)
<i>Insgesamt</i>		1135	1042 (92 %)	80 (7 %)	13 (1 %)

Tabelle 4: Kategorisierung der Fehlbegründungen

Kategorie	Anzahl (%)	Beispiel
Mangelnde diagnostische Fähigkeiten	24 (30%)	<p>„Die Anamnese (plötzlich aufgetretene Dyspnoe und Engegefühl), der Auskultationsbefund der Lunge als auch das Röntgen Thorax weisen stark auf einen Pneumothorax hin. Im Röntgenthorax sieht man auch eine Verschiebung der Trachea nach rechts, was für einen Spannungspneumothorax sprechen würde.“</p> <p>(Anmerkung: Es ist keine Trachealverschiebung im Röntgen sichtbar.)</p> <p>„Alter, Sportlichkeit, Anamnese, fehlende Erregernachweise, keine B Symptomatik, blandes EKG, Herzecho Befunde.“ (Anmerkung: Das EKG ist nicht blande, es sind ST-Hebungen in allen Ableitungen zu sehen.)</p>
Mangelndes pathophysiologisches Wissen	40 (50%)	<p>„respiratorische Alkalose, Labor soweit unauffällig, Krämpfe in der Hand, Z.n. lang anhaltendem Asthmaanfall“</p> <p>(Anmerkung: Proband diagnostiziert korrekterweise eine Hyperventilation, ordnet diese aber als Stadium eines Asthmaanfalls ein)</p>
Falsche Kausalszusammenhänge	6 (7,5%)	<p>„Aufgrund der mangelnden Untersuchungsergebnisse (außer PH alkalisch, was auf Hyperventilation hindeutet, die aber auf jeden Fall respiratorisch und nicht metabolisch ist) hatte sie wohl einen leichten Asthmaanfall gehabt und daraufhin Panik wegen dem krampfenden Arm was sich alles gegenseitig verstärkt hat“</p>
Unsicherheit bei der Beantwortung/Irritation von Befunden	10 (12,5%)	<p>„Säurefeste Stäbchen im Sputum und Husten mit Auswurf. Hb-Abfall und Krea-Erhöhung hat mich allerdings irritiert, hab ich aber ignoriert.“</p>

Literatur

1. Rieser S. Ärztemonitor: Zufrieden - aber es fehlt an Zeit. Dtsch Arztebl Int. 2014;111(29-30):1278.
2. Braun LT, Zottmann JM, Adolf C, Lottspeich C, Then C, Wirth S, Fischer MR, Schmidmaier R. Representation scaffolds improve diagnostic efficiency in medical students. Med Educ. 2017;51(11):1118-1126. DOI: 10.1111/medu.13355
3. Mamede S, van Gog T, Sampaio AM, de Faria RM, Maria JP, Schmidt HG. How can students' diagnostic competence benefit most from practice with clinical cases? The effects of structured reflection on future diagnosis of the same and novel diseases. Acad Med. 2014;89(1):121-127. DOI: 10.1097/ACM.0000000000000076
4. Ilgen JS, Bowen JL, McIntyre LA, Banh KV, Barnes D, Coates WC, Druck J, Fix ML, Rimple D, Yarris LM, Eva KW. Comparing diagnostic performance and the utility of clinical vignette-based assessment under testing conditions designed to encourage either automatic or analytic thought. Acad Med. 2013 Oct;88(10):1545-51. DOI: 10.1097/ACM.0b013e3182a31c1e
5. Schmidmaier R, Eiber S, Ebersbach R, Schiller M, Hege I, Holzer M, Fischer MR. Learning the facts in medical school is not enough: which factors predict successful application of procedural knowledge in a laboratory setting? BMC Med Educ. 2013;13:28. DOI: 10.1186/1472-6920-13-28
6. Ilgen JS, Eva KW, Regehr G. What's in a Label? Is Diagnosis the Start or the End of Clinical Reasoning? J Gen Intern Med. 2016;31(4):435-437. DOI: 10.1007/s11606-016-3592-7
7. Braun LT, Zwaan L, Kiesewetter J, Fischer MR, Schmidmaier R. Diagnostic errors by medical students: results of a prospective qualitative study. BMC Med Educ. 2017;17(1):191. DOI: 10.1186/s12909-017-1044-7
8. Kiesewetter J, Ebersbach R, Gorlitz A, Holzer M, Fischer MR, Schmidmaier R. Cognitive problem solving patterns of medical students correlate with success in diagnostic case solutions. PLoS One. 2013;8(8):e71486. DOI: 10.1371/journal.pone.0071486
9. Graber ML, Franklin N, Gordon R. Diagnostic error in internal medicine. Arch Intern Med. 2005;165(13):1493-1499.
10. Braun LT, Borrmann KF, Lottspeich C, Heinrich DA, Kiesewetter J, Fischer MR, Schmidmaier R. Scaffolding clinical reasoning of medical students with virtual patients: effects on diagnostic accuracy, efficiency, and errors. Diagnosis (Berl). 2019;6(2):137-149. DOI: 10.1515/dx-2018-0090
11. Fischer MR, Schauer S, Gräsel C, Baehring T, Mandl H, Gärtner R, Scherbaum W, Scriba PC. Modellversuch CASUS. Ein computergestütztes Autorensystem für die problemorientierte Lehre in der Medizin [CASUS model trial. A computer-assisted author system for problem-oriented learning in medicine]. Z Arztl Fortbild (Jena). 1996 Aug;90(5):385-9.
12. Huwendiek S, De Ieng BA, Zary N, Fischer MR, Ruiz JG, Ellaway R. Towards a typology of virtual patients. Med Teach. 2009;31(8):743-748. DOI: 10.1080/01421590903124708
13. Zwaan L, de Bruijne M, Wagner C, Thijs A, Smits M, van der Wal G, Timmermann DR. Patient record review of the incidence, consequences, and causes of diagnostic adverse events. Arch Intern Med. 2010;170(12):1015-1021.
14. Konrad K. Lautes Denken. Handbuch qualitative Forschung in der Psychologie. Heidelberg: Springer; 2010. p.476-490. DOI: 10.1007/978-3-531-92052-8_34

Korrespondenzadresse:

Leah T. Braun
Ludwig-Maximilians-Universität (LMU) Munich, Klinikum der Universität München, Medizinische Klinik und Poliklinik IV, Ziemssenstr. 1, 80336 München, Deutschland, Tel.: +49 (0)89/4400-57334, Fax: +49 (0)89/4400-57339
leah.braun@med.uni-muenchen.de

Bitte zitieren als

Braun LT, Borrmann KF, Lottspeich C, Heinrich DA, Kiesewetter J, Fischer MR, Schmidmaier R. Guessing right – whether and how medical students give incorrect reasons for their correct diagnoses. GMS J Med Educ. 2019;36(6):Doc85.
DOI: 10.3205/zma001293, URN: urn:nbn:de:0183-zma0012937

Artikel online frei zugänglich unter

<https://www.egms.de/en/journals/zma/2019-36/zma001293.shtml>

Eingereicht: 28.01.2019

Überarbeitet: 04.05.2019

Angenommen: 06.06.2019

Veröffentlicht: 15.11.2019

Copyright

©2019 Braun et al. Dieser Artikel ist ein Open-Access-Artikel und steht unter den Lizenzbedingungen der Creative Commons Attribution 4.0 License (Namensnennung). Lizenz-Angaben siehe <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>.