受験番号		氏　名	

令和8年度弘前大学医学部医学科
総合型選抜Ⅱ

ケーススタディの自学自習

問　題

（注意事項）

1. 開始の合図があるまで、この用紙を開いて見てはならない。
2. 印刷の不鮮明な箇所などがある場合には申し出ること。
3. 解答用紙2枚と計算用紙1枚を配付してあるので確認すること。
4. 解答用紙以外に記入したものは無効である。
5. 配付された問題，資料，解答用紙及び計算用紙は持ち帰らないこと。

1 次の文章及び資料１～４を読み解き、以下の問に答えなさい。

In the early 2000s, scientists knew little about humans' total energy expenditure* (TEE)—the number of kilocalories (the "calories" on food labels) a person's 37 trillion cells burn in 24 hours. Researchers had measured the rate at which our bodies burn energy while at rest—the basal metabolic rate (BMR), which includes energy used for breathing, circulation*, and other vital functions. They knew BMR was roughly the same among larger mammals, when adjusted for body size. So although BMR only captures 50% to 70% of total energy use, researchers figured that, kilo for kilo, humans burn energy at roughly the same rate as other apes*. But humans have an added energy expense: our big brains, which account for 20% of our energy use per day. Aiello had proposed that our ancestors had compensated for those expensive brains by evolving smaller guts and other organs. Others thought humans had saved energy by evolving to walk and run more efficiently.

(an omission)

Physiologist Dale Schoeller, now at the University of Wisconsin, Madison, had adapted the method, first used in mice, to humans. People drink a harmless cocktail of labeled water, in which distinct isotopes of hydrogen and oxygen replace the common forms. Then researchers sample their urine several times over 1 week. The labeled hydrogen passes through the body into urine, sweat, and other fluids, but as a person burns calories, some of the labeled oxygen is exhaled* as CO_2. The ratio of labeled oxygen to labeled hydrogen in the urine thus serves as a measure of how much oxygen a person's cells used on average in a day and therefore how many calories were burned. The method is the gold standard for total energy use, but it costs $600 per test and was out of reach for most evolutionary biologists.

Pontzer's first of many breakthroughs with the method came in 2008 when, with $20,000 from the Wenner-Gren Foundation, he got the chance to collect urine samples at what was then the Great Ape Trust, a sanctuary* and research center in Iowa. There, primatologist Rob Shumaker poured isotope-laced* sugar-free iced tea into the mouths of four orangutans. Pontzer

worried about collecting the urine from a full-grown ape, but Shumaker reassured him the orangs were trained to pee in a cup.

Later that fall, when Pontzer got the urine results, he didn't believe them: The orangutans burned one-third of the energy expected for a mammal their size. A retest returned the same results: Azy, a 113-kilogram adult male, for example, burned 2050 kilocalories per day, much less than the 3300 a 113-kilogram man typically burns. "I was in total disbelief," Pontzer says. Orangs were perhaps the "sloths in the ape family tree," he thought, because they suffered prolonged food scarcity* in their past and had evolved to survive on fewer calories per day.

Subsequent doubly labeled water studies of apes in captivity and in sanctuaries shattered the consensus view that mammals all have similar metabolic rates when adjusted for body mass. Among great apes, humans are the outlier. When adjusted for body mass, we burn 20% more energy per day than chimps and bonobos, 40% more than gorillas, and 60% more than orangutans, Pontzer and colleagues reported in Nature in 2016.

Pontzer says the difference in body fat is just as shocking: Male humans pack on twice as much fat as other male apes and women three times as much as other female apes. He thinks our hefty body fat evolved in tandem with our faster metabolic rate: Fat burns less energy than lean* tissue and provides a fuel reserve. "Our metabolic engines were not crafted by millions of years of evolution to guarantee a beach-ready bikini body," Pontzer writes in Burn.

Our ability to convert food and fat stores into energy faster than other apes has important payoffs, however: It gives us more energy every day so we can fuel our big brains as well as feed and protect offspring* with long, energetically costly childhoods.

Pontzer thinks characteristically human traits* in behavior and anatomy help us maintain amped-up metabolisms. For example, humans routinely share more food with other adults than do other apes. Sharing food is more efficient for the group, and would have given early humans an energy safety net. And our big brains created a positive feedback loop. They demanded more energy but also gave early humans the smarts to invent better tools, control fire, cook, and adapt in other ways to get or save more energy.

Pontzer got a lesson in the value of food sharing in 2010, when he traveled to Tanzania to study the energy budgets* of the Hadza hunter-gatherers. One of the first things he noticed was

how often the Hadza used the word “za,” which means “to give.” It’s the magic word all Hadza learn as children to get someone to share berries, honey, or other foods with them. Such sharing helps all the Hadza be active: As they hunt and forage, Hadza women walk about 8 kilometers daily; men, 14 kilometers—more than a typical American walks in 1 week.

To learn about their energy expenditure, Pontzer asked the Hadza whether they’d drink his tasteless water cocktail and give urine samples. They agreed. He almost couldn’t get funding for the study, because other researchers assumed the answer was obvious. “Everyone knew the Hadza had exceptionally high energy expenditures because they were so physically active,” he recalls. “Except they didn’t.”

Individual Hadza had days of more and less activity, and some burned 10% more or less calories than average. But when adjusted for nonfat body mass, Hadza men and women burned the same amount of energy per day on average as men and women in the United States, as well as those in Europe, Russia, and Japan, he reported in PLOS ONE in 2012. “It’s surprising when you consider the differences in physical activity,” Schoeller says.

One person who wasn’t surprised was epidemiologist Amy Luke at Loyola University Chicago. She’d already gotten a similar result with doubly labeled water studies, showing female farmers in western Africa used the same amount of energy daily when adjusted for fat-free body mass as women in Chicago —about 2400 kilocalories for a 75-kilogram woman. Luke says her work was not well known—until Pontzer’s paper made a splash. The two have collaborated ever since.

Pontzer is “very good at selling big ideas,” whether on social media or writing for general audiences, says his former postdoc, Sam Urlacher of Baylor University. “That ruffles some feathers*, but he’s not afraid of being proven wrong.”

Studies of other hunter-gatherer and forager groups have confirmed the Hadza are not an anomaly. Pontzer thinks hunter-gatherers’ bodies adjust for more activity by spending fewer calories on other unseen tasks, such as inflammation and stress responses. “Instead of increasing the calories burned per day, the Hadza’s physical activity was changing the way they spend their calories,” he says.

出典　The calorie counter

Ann Gibbons

Science, Vol 375, Issue 6582.

DOI: 10.1126/science.ada1185

（一部改変）

*訳注

expenditure	the action of spending or using time, money, energy etc
circulation	the movement of blood around your body
ape	an animal that is similar to a monkey but has no tail or only a very short tail
exhale	to breathe air, smoke etc out of your mouth
sanctuary	an area for birds or animals where they are protected and cannot be hunted
lace	to add a small amount of alcohol or a drug to a drink
scarcity	a situation in which there is not enough of something
lean	fat excluded
offspring	someone’s child or children
trait	a particular quality in someone’s character
budget	a plan of how it will be spent
ruffle somebody’s feathers	to offend or upset someone slightly

問 1　1 日に必要なエネルギーを全てグルコースの燃焼から得ると仮定した場合に必要なグルコースは何 g か，資料 1 の呼吸の反応式を用いて計算しなさい。解答は計算の過程を示し，小数点以下を四捨五入して答えなさい。ただし空気（吸気）中の二酸化炭素は無視するものとする。

問 2　問 1 で得られたグルコース量から 1 日に必要なエネルギー量は何 kcal か，計算の過程を示し，小数点以下を四捨五入して答えなさい。

問 3　総エネルギー消費量（TEE）と基礎代謝量（BMR）との違いを簡潔に日本語で説明しなさい。

問 4　問 3 から TEE は酸素摂取量と二酸化炭素排出量を測定すれば算出することができるにも関わらず，本文では二重標識水法が TEE を求めるゴールド・スタンダードであると述べられており，Pontzer はゴリラやオランウータンなどの TEE を測定するために二重標識水法を用いている。その理由を考察し日本語で述べなさい。

問 5　資料 2 の二重標識水法の理論モデルについて，図中の括弧に入る適切な語句の組み合わせを選び番号を記しなさい。

1. A 標識水素の減少量　B 標識酸素の減少量　C 二酸化炭素の排出量
2. A 標識水素の減少量　B 二酸化炭素の排出量　C 標識酸素の減少量
3. A 標識酸素の減少量　B 標識水素の減少量　C 二酸化炭素の排出量
4. A 標識酸素の減少量　B 二酸化炭素の排出量　C 標識水素の減少量
5. A 二酸化炭素の排出量　B 標識水素の減少量　C 標識酸素の減少量
6. A 二酸化炭素の排出量　B 標識酸素の減少量　C 標識水素の減少量

問 6　資料 3 のヒトにおける総エネルギー消費量の生涯推移について，この図が示している結果の説明として正しい記述を以下の A～E から全て選択し記号を記しなさい。

A. 新生児の TEE は体格と体脂肪を調整すると他の年齢層の平均よりも低かった。

B. 1 歳児は成人期よりも 50%大きい TEE の値を示した。

C. 子どもの代謝は 20 歳ごろまで高く、そのあと徐々に低下し成人期に安定した。

D. TEE はおよそ 60 歳で低下し始めた。

E. 90 歳では成人期よりも TEE の値が 50%小さかった。

問 7　資料 4 のヒトおよび類人猿の脂肪と 1 日あたりの総エネルギー消費量についての正しい記述を以下の A〜E から全て選択し記号を記しなさい。

A. Human males have a higher TEE than human females because they have a larger body mass.

B. Human females have lower TEE than human males because they have more fat.

C. When adjusted for body mass, human TEE is higher than that of other apes.

D. When adjusted for fat, human TEE is higher than that of other apes.

E. Gorillas have lower TEE than humans despite having greater body mass than humans.

F. Humans have high consumption of energy due to their high fat content.

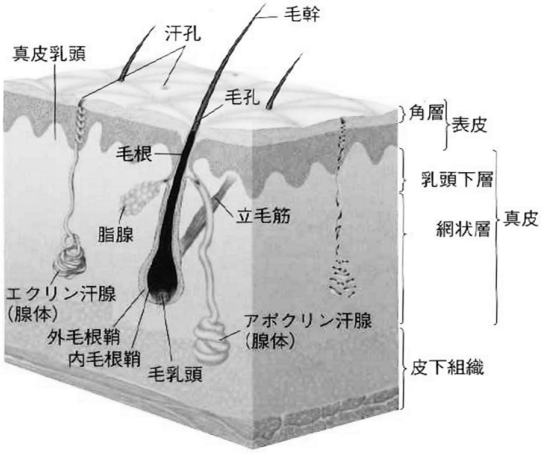
G. In humans, males have less fat but higher TEE than females.

問 8　本文中の下線について，狩猟採集民であるハドザ族の TEE がオフィスワーカーのそれと同程度である理由を本文の趣旨に沿って日本語で答えなさい。

2　次の文章及び資料５～１８を読み解き、以下の問に答えなさい。

熱傷は、日常生活で最も多い外傷の一つであり、皮膚にさまざまな熱源（熱い液体や金属、炎など）が接触することにより損傷した状態を指す。

熱傷による熱は、細胞のタンパク質を変性させ、凝固壊死をきたす。凝固壊死した組織の周りでは血小板が凝集し、血管が収縮し、その周囲は血流が乏しい組織となり、炎症が生じる。皮膚が損傷して正常な機能を失うと、細菌の侵入・体外への体液喪失・体温調節障害などが引き起こされる。



あたらしい皮膚科学　第１版　より引用

熱傷の深さは大きく分けると、Ⅰ度、Ⅱ度、Ⅲ度の３段階に分類される。

- **Ⅰ度熱傷 EB(epidermal burn)（表皮までの熱傷）**
  日焼けと同様に皮膚に赤みが出る程度で、多くの場合、炎症を抑える外用剤などで後遺症を残さず治癒する。
- **Ⅱ度熱傷（真皮までの熱傷）SDB(superficial dermal burn)/DDB(deep dermal burn)**
  浅達性（SDB）と深達性（DDB）に分類される。水疱が形成され、強い痛みを伴うことが特徴である。SDB は，真皮乳頭（より表面に近い）に及んでいるものである。このような熱傷は 1～2 週間以内に治癒し，通常，きずあと（瘢痕）が残る可能性は低い。治癒は汗腺の管および毛包を裏打ちする表皮細胞からおこる。分裂した表皮細胞が未上皮化部の表面を移動・成長することで上皮化を得る。DDB は、真皮のより深部に及ぶものであり、治癒は毛包を裏打ちする表皮細胞からしか起こらず、治癒に 2 週間以上かかる場合がある。瘢痕を形成し、ときに重度となるため、必要に応じて植皮術などの手術を要する。

- **Ⅲ度熱傷（真皮全層を超える熱傷）DB**(deep burn)
  皮膚が血流不全により白色を呈したり、火炎によって炭化して黒色を呈する事がある。痛覚を司る神経まで損傷されるため、痛みを感じないことが特徴である。治癒は周辺の損傷を受けていない皮膚組織からのみおこるため、凝固壊死した組織の切除および皮膚移植が必要となる。

熱傷の程度を判断する指標として、BI（Burn Index）という数値を用いる。全体表面積に占めるⅡ度熱傷＋Ⅲ度熱傷の範囲の割合（%TBSA(total burn surface area）と、熱傷の深さから計算する。

$$\text{Burn Index} = \text{Ⅲ度熱傷\%TBSA} + \text{Ⅱ度熱傷\%TBSA} \times 0.5$$

前述のとおり、小範囲で浅い熱傷は通院で治療が可能だが、熱傷の範囲が広い場合や深い場合には専門機関での入院治療を要することがある。特に、広範囲の熱傷や気道熱傷（高温の気体を吸い込むことで気道に損傷が及ぶ）が存在する場合は、受傷した皮膚の治療にとどまらず、輸液や人工呼吸器の装着などによる早期の全身治療が必要となる。
熱傷面積（Ⅰ度熱傷の範囲は含めない）が 10%TBSA を超える場合には、熱傷受傷部からの体液の喪失を補うために、輸液を行う。輸液量の決定の際に最もよく用いられる指標が、Parkland の公式である。

$$\text{必要な輸液量} = 4\text{mL/kg} \times \text{熱傷面積（Ⅲ度熱傷\%TBSA} + \text{Ⅱ度熱傷\%TBSA）}$$

上記の公式で熱傷受傷後（来院後ではない）最初の 24 時間に必要な輸液量を算定し，輸液の投与速度を決定する。算出された量の半分を最初の 8 時間にわたって投与し、次の 16 時間にわたって残りを投与する。
深いⅡ度熱傷やⅢ度熱傷によって凝固壊死した皮膚が存在する場合、その皮膚を除去（デブリードマン）し、そこに新しい皮膚を移植する手術（植皮術）を施行して治療を行う。

熱傷に関する基本的な事項や、熱傷患者数の推移についての資料を添付する。
これらの資料から、熱傷患者の推移や現在の状況について考察し、実際の治療の方法についても考察しなさい。

問１　資料中の『PBI』という指標は Prognostic Burn Index の略語であり、熱傷の予後を推察する指標として用いられている。PBI をどのように算出すればよいか答えなさい。

問２　熱傷の受傷原因として最も多いものは何か答えなさい。

問３　資料８、９について以下の問いに答えなさい。

死亡症例の主となる死因	中央値(日)	範囲（日）
⑴	0	0～61
不明	0	0～365
初期のショック/臓器不全	1	0～372
⑵	2	0～733
上記以外	17	0～397
熱傷以外の病態	27	0～381
⑶	30	0～380

表は資料８、９の出典元の解析結果の一部で、死亡症例の主となる死因と入院日数をあらわした表です。⑴、⑵、⑶には感染、一酸化炭素中毒、気道損傷のいずれかが当てはまりますが、それぞれどのように当てはまるか答えなさい。

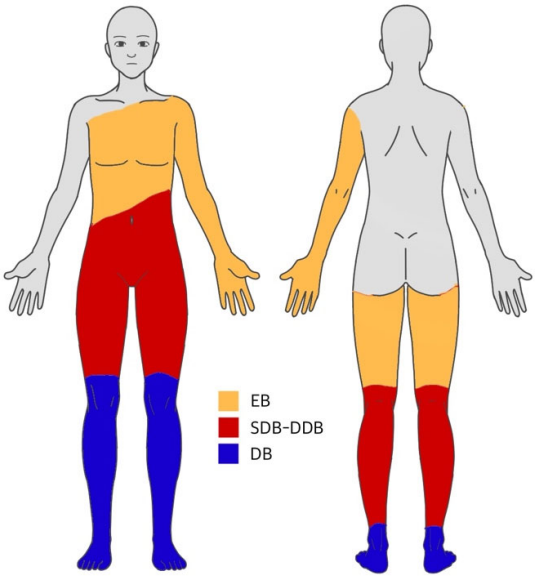
問４　資料１０～１８について以下の問いに答えなさい。

1. BI が年次推移で減少していますが、その原因として考えられる理由を 2 点答えなさい。
2. BI が年次推移で減少しているにもかかわらず、PBI が減少していない理由を答えなさい。
3. 資料１３と１７では熱傷の受傷原因の割合に差があるが、その理由を答えなさい。
4. 資料１５では、どの年齢層でも男性より女性の方が熱傷受傷の症例数が多いが、その理由を答えなさい。

問 5　熱傷の患者の治療について答えなさい。

〈症例〉

某日　身長 150cm、体重 50kg の 58 歳女性が 5：00 に発生した住宅火災で熱傷を受傷し、6：30 に救急隊に救助されて救急搬送となり、7：00 に病院に到着した。搬送中に末梢静脈から輸液を行われ、病院到着までに 500ml の生理食塩水を輸液されている。



1. この患者の熱傷面積はおよそ何%TBSA か。以下の選択肢から最も近いものを選びなさい。

a　22.5
b　36
c　45.5
d　54
e　63

2. 1. の答えを用いて、この患者の受傷から 24 時間までの間に必要な輸液量は何 ml か計算しなさい。

3. 病院到着後からの輸液の量を、1 時間当たり何 ml で投与すべきか計算しなさい。
なお、点滴開始時刻は 7：00 とし、途中で輸液量が変化する場合は開始時刻と終了時刻も記載すること。

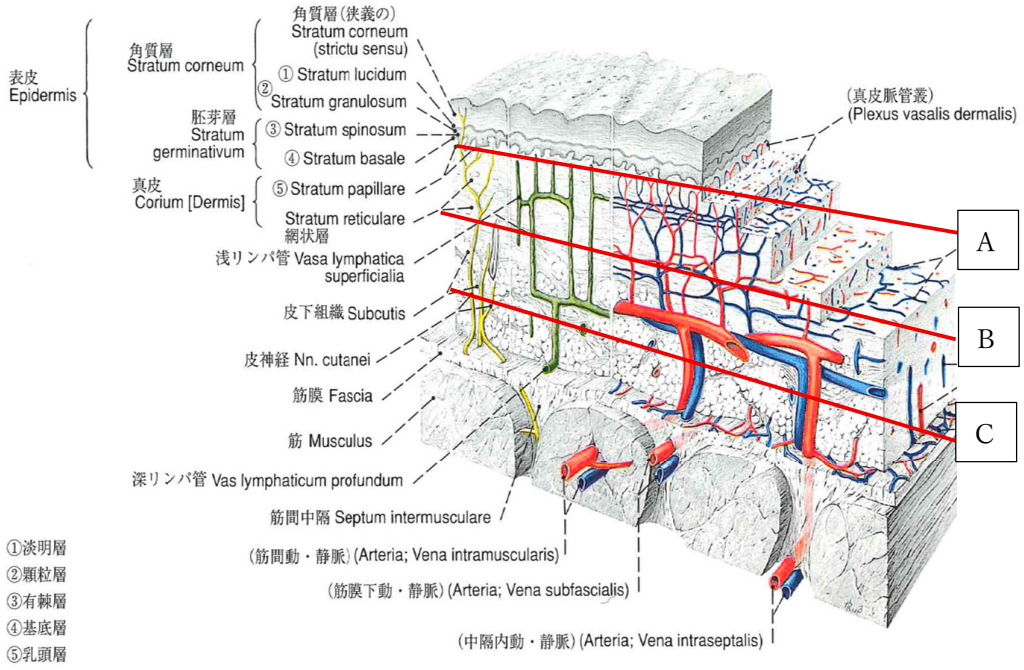
〈解答例〉

7：00～14：00　　350ml/h
14：00～28：00　　400ml/h

4. 病院到着から 1 週間後、この患者に対してデブリードマン（凝固壊死した皮膚の切除）と皮膚移植術を行うこととなった。病院到着時に SDB～DDB であった熱傷創はすべて凝固壊死となったため、SDB~DDB~DB のすべての範囲をデブリードマンする必要がある。

① 図の A~C のどの層でデブリードマンを行うのが最も現実的か。

② ①の理由を答えなさい。



Sobotta 図説人体解剖学　第 5 版　第 1 巻より引用

受験番号		氏　名	

令和８年度弘前大学医学部医学科
総合型選抜Ⅱ

ケーススタディの自学自習

資　料

（注意事項）
１．開始の合図があるまで、この用紙を開いて見てはならない。
２．印刷の不鮮明な箇所などがある場合には申し出ること。

資料１

著作権の関係上、省略いたします。

資料２

著作権の関係上、省略いたします。

資料３

著作権の関係上、省略いたします。

資料４

著作権の関係上、省略いたします。

資料５～１８について

- 資料５，６，７熱傷の基本事項についての資料。

- 資料８，９　https://doi.org/10.34366/jburn.49.5_242
  井上貴昭ら.日本熱傷学会熱傷入院患者レジストリー2011　10年間の解析報告　熱傷49(5):242-251, 2023
  日本熱傷学会でとりまとめて報告している。全国120施設が参加し、症例の登録件数は20000件を超える。

- 資料１０～１４　https://doi.org/10.34366/jburn.48.3_76
  森田尚樹ら. 東京都熱傷救急連絡会のデータからみる東京都の熱傷の傾向　1991年から2020年までの報告より
  熱傷48(3):76-89, 2022
  東京都内の14の医療施設が参画する東京都熱傷救急連絡会の報告で、参加施設に熱傷で入院した症例、
  約１万症例の統計がまとめられている。

- 資料１５～１８　https://doi.org/10.34366/jburn.46.1_21
  馬場國昭ら. 有床診療所における26年間の熱傷統計 熱傷46(1):21-32, 2020
  鹿児島県に存在する有床診療所の報告で、熱傷を主訴に同施設を受診した症例、約5万症例の統計がまとめられている。

資料５

著作権の関係上、省略いたします。

出典：日本創傷外科学会HP

https://www.jsswc.or.jp/general/yakedo.html

資料６

著作権の関係上、省略いたします。

出典：熱傷診療ガイドライン〔改訂第3版〕

資料７

出典：MSDマニュアルプロフェッショナル版
https://www.msdmanuals.com/ja-jp/professional/multimedia/table/

著作権の関係上、省略いたします。

資料８

出典　井上貴昭ら.日本熱傷学会熱傷入院患者レジストリー2011　10年間の解析報告
熱傷49(5):242-251, 2023

著作権の関係上、省略いたします。

資料９

出典　井上貴昭ら.日本熱傷学会熱傷入院患者レジストリー2011　10年間の解析報告
熱傷49(5):242-251, 2023

著作権の関係上、省略いたします。

資料１０

出典　森田尚樹ら. 東京都熱傷救急連絡会のデータからみる東京都の熱傷の傾向
1991年から2020年までの報告より　熱傷48(3):76-89, 2022

著作権の関係上、省略いたします。

資料１１

出典　森田尚樹ら. 東京都熱傷救急連絡会のデータからみる東京都の熱傷の傾向
1991年から2020年までの報告より　熱傷48(3):76-89, 2022

著作権の関係上、省略いたします。

資料１２

出典　森田尚樹ら. 東京都熱傷救急連絡会のデータからみる東京都の熱傷の傾向
1991年から2020年までの報告より　熱傷48(3):76-89, 2022

著作権の関係上、省略いたします。

資料１３

出典　森田尚樹ら. 東京都熱傷救急連絡会のデータからみる東京都の熱傷の傾向
1991年から2020年までの報告より　熱傷48(3):76-89, 2022

著作権の関係上、省略いたします。

資料１４

出典　森田尚樹ら. 東京都熱傷救急連絡会のデータからみる東京都の熱傷の傾向
1991年から2020年までの報告より　熱傷48(3):76-89, 2022

著作権の関係上、省略いたします。

資料１５

出典　馬場國昭ら. 有床診療所における26年間の熱傷統計 熱傷46(1):21-32, 2020

著作権の関係上、省略いたします。

資料１６

出典　馬場國昭ら. 有床診療所における26年間の熱傷統計 熱傷46(1):21-32, 2020

著作権の関係上、省略いたします。

資料１７

出典　馬場國昭ら. 有床診療所における26年間の熱傷統計 熱傷46(1):21-32, 2020

著作権の関係上、省略いたします。

資料１８

著作権の関係上、省略いたします。

出典：馬場國昭ら. 有床診療所における26年間の熱傷統計 熱傷46(1):21-32, 2020