

青森県における大腸がんに対する医療資源の配分の検討

斎 藤 拓¹⁾ 松 坂 方 士^{2,3)} 田 中 里 奈⁴⁾ 佐々木 賀 広^{2,4)}

抄録 本研究の目的は、青森県の大腸がんに対する医療資源の医療圏間の偏りを定量的に検討することである。各二次医療圏における大腸がんの有病率（医療需要の指標）、人口10万人当たりの消化器外科専門医数（専門医数）、一般病床数、病院数の3種類（医療供給の指標）を算出した。ジニ係数（GC）とハーフィンダール・ハーシュマン係数（HHI）を算出することで、医療資源の偏りを定量化した。八戸圏域では有病率が最も低く、専門医数は最も多かった。GCは、専門医数、一般病床数、病院数でそれぞれ、0.285、0.115、0.053となり、HHIはそれぞれ2736、2272、2102となり、ともに専門医数で最も大きかった。青森県の大腸がんに対する医療資源は需要と供給がミスマッチしていることが分かり、特に専門医数の偏りが大きいことが示された。専門医数の偏りによる影響を緩和するために、遠隔医療や病院機能の分化などを推進する必要があると考えられた。

弘前医学 70 : 39—46, 2019

キーワード：大腸がん；有病率；ジニ係数；ハーフィンダール・ハーシュマン係数。

ORIGINAL ARTICLE

Distribution of medical resources for colorectal cancer in Aomori prefecture

Hiroshi Saito¹⁾, Masashi Matsuzaka^{2,3)}, Rina Tanaka⁴⁾ and Yoshihiro Sasaki^{2,4)}

Abstract The aim of this study was to compare deviation of medical resources for colorectal cancer among secondary medical areas in Aomori prefecture. Prevalence of colorectal cancer as an indicator of medical demand, a number of specialist of gastrointestinal surgery, a number of bed in hospitals and a number of hospital per 100,000 residents, respectively, as indicators of medical supply were estimated. Deviation of medical resources were quantified by calculating Gini coefficient (GC) and Herfindahl-Hirschman Index (HHI). The GCs of the number of the specialist, the number of the bed and the number of hospital were 0.285, 0.115 and 0.053, respectively. The HHI of these were 2736, 2272 and 2102, respectively. In the medical resources, deviation of the number of the specialist was the largest in estimation using both GC and HHI. A mismatch between supply and demand in medical services for colorectal cancer was recognized, and deviation of the number of the specialist was the largest among them. To alleviate an influence of the mismatch, telemedicine and differentiation of a role in medical services for colorectal cancer among hospitals should be promoted.

Hirosaki Med. J. 70 : 39—46, 2019

Key words: colorectal cancer; prevalence; Gini coefficient; Herfindahl-Hirschman index.

¹⁾ 弘前大学医学部医学科

²⁾ 弘前大学医学部附属病院 医療情報部

³⁾ 弘前大学医学部附属病院 臨床試験管理センター

⁴⁾ 弘前大学大学院医学研究科 医学医療情報学講座
別刷請求先：松坂方士

令和元年6月12日受付

令和元年7月31日受理

¹⁾ Hirosaki University School of Medicine

²⁾ Department of Medical Informatics, Hirosaki University Hospital

³⁾ Clinical Research Support Centre, Hirosaki University Hospital

⁴⁾ Department of Medical Informatics, Hirosaki University Graduate School of Medicine

Correspondence: M. Matsuzaka

Received for publication: June 12, 2019

Accepted for publication: July 31, 2019

緒 言

大腸がんは、消化器系では一般的な疾患であるが、致死的な疾患でもある。日本における大腸がんの年齢調整罹患率はがん(全部位)の中で男女ともに2位であり、年齢調整死亡率は男性で3位、女性で1位である¹⁾。また、大腸がんは肥満、大量の赤身肉の消費、喫煙や飲酒がリスクファクターとなる疾患であるが、アスピリン以外の有効な一次予防がなく、アスピリンも一般人に常用を推奨できるものではない²⁾。そのため、大腸がんの死亡率を低下させるためには、二次予防としてのスクリーニング推進と三次予防としての治療成績向上を目指す必要がある。

青森県では大腸がんの年齢調整死亡率が男女ともに47都道府県中1位であり、年齢調整罹患率は平均より高い¹⁾。そのため、青森県における大腸がん医療の需要は全国の中でも特に大きいことが見込まれる。もし、青森県において医療資源が適切に配分されなかった場合、医療供給が不足している地域だけでなく、医療供給が不足している地域から患者が流入する地域においても、1患者あたりに費やす時間が減少することが予測される。そこで、本研究では青森県の6つの二次医療圏において大腸がん医療の需要と供給を数値化し、医療圏間での偏りを検討した。また、その結果を踏まえて、現時点での解決策の提案を試みた。なお、医療圏とは医療法に基づいて都道府県が決定する地域圏であり、一次医療圏、二次医療圏、三次医療圏に分けられる。その中でも、二次医療圏は大腸がんを含む一般的な疾患の診療を完結できる地域とされており、青森県では図1のように設定されている。

本研究では、医療需要の指標として有病率に着目した。有病率とは、疾患に罹患し、現在当該疾患に対して医療が必要である者の人口10万人あたりの絶対数であり、医療需要を評価する際には罹患率などよりも優れていると考えられる。そのため、医療計画の立案や評価の際に有用であるものの、推定にはかなり複雑な計算が必要なことからあまり普及していないのが現状である。しかし、Pisani らは罹患率と生存率の組み合わせによって有病率を推定する計算式を提唱し、これまで用い



図1 青森県における二次医療圏

られてきた計算式による推定と大きな差がないことを明らかにした³⁾。本研究ではPisani らによる計算式で医療圏ごとの大腸がん有病率を推定し、医療需要の指標とした。

医療供給として、先行研究では医師数⁴⁾、病床数⁵⁾、病院数⁶⁾が用いられてきた。そのため、本研究では大腸がんの医療に関わる医療供給をより正確に反映させる指標として、消化器外科専門医数(専門医数)、精神・結核・感染症を除く一般病床数、病院数を用いた。

二次医療圏間での医療供給の偏りを定量化するために、本研究ではジニ係数(GC)とハーフィンダール・ハーシュマン係数(HHI)を採用した。GCとは主に社会における所得分配の不平等性を測定する指標であり、完全な平等では0、完全な独占では1となり、ジニ係数が大きいほど格差が大きい。先行研究では、北海道・東北、関東地方の放射線医療資源の地理的不均衡をGCを用いて定量化して比較したところ、北海道と東京都で不均衡が大きいことが明らかになった⁷⁾。HHIは市場における企業の競争状態を表す指標として用いられることが多く、全ての企業の市場占有率の二乗和であらわされる。完全な独占では10000となり、HHIが大きいほど格差が大きい^{8,9)}。GCを算出する際には需要(本研究では有病率)を変数とするのに対して、HHIの算出には需要を用いない。そのため、HHIは医療供給の偏りのみを評価するのに対して、GCは医療需要を加味した偏

りを評価することが可能である。たとえば、HHI が大きく GC が小さい場合は、医療供給の地域偏在はあるものの医療需要を反映した配置であると考えることができる。しかし、HHI、GC とも大きい場合は、医療供給が偏在しており、かつ医療需要が多い地域には医療が供給されていないことを意味している。

方 法

1. 罹患率と生存率と人口

青森県がん登録¹⁰⁾から、2010-2012年の間に結腸直腸がん(ICD-10コード：C18-C20)と診断された患者を抽出した。青森県がん登録には、診断日と死亡日の他に、診断時における患者の年齢、性別、住所が入力されていた。患者の在住していた二次医療圏は、診断時住所から青森県の決定に基づいて分類した。また、年齢を5歳区切り(0-4歳、5-9歳、10-14歳、..., 75-79歳、80-84歳、85歳以上)の年代に分類した。

2010-2012年に診断され、2013年末まで追跡された症例を生存率の計算に使用した。Kaplan-Meier methodを用いて、すべての年代における3年生存率を算出した。この際に、登録されている情報が死亡診断書からの情報のみで臨床的な情報が全くない(Death Certificate Only, DCO)症例、罹患日と死亡日が同一日の症例、死亡年月が不明な症例を除外し、5298人を対象とした。

医療圏ごとの2010-2012年の人口は、2005年と2010年の国勢調査¹¹⁾の人口データをもとに外挿法によって計算された。

2. 有病率

ある年齢 k における有病率 P_k は、以下の式にしたがって罹患数および年代特異的生存率から推定された。

$$P_k = \sum_{i=1}^n IC_{k-i} \cdot S_{k-i}(i)$$

ただし、 IC_x ：年齢 x での罹患数

$S_x(t)$ ： x 歳で診断され、診断後の期間 t まで生存した症例の割合

n ：症例の年数または治療するまでの年数

算出された値を全年齢で加算することによって

有病者数を算出し、人口10万人あたりの有病率を算出した。

3. 医療供給の指標

我々は大腸がんに対する医療供給の指標として、先行研究にしたがって消化器外科専門医数、病床数、病院数を採用した。二次医療圏ごとの専門医の数は、日本消化器外科学会のウェブサイト¹²⁾から入手した。二次医療圏ごとの病床と病院の数は、青森県の健康福祉部のホームページ¹³⁾から入手した。

4. ジニ係数(GC)とハーフィンダール・ハーシュマン係数(HHI)

医療供給(消化器外科専門医数、病床数、病院数)の地域間の偏りを評価するため、GCとHHIを算出した。その方法を以下に示す。

医療供給の指標(消化器外科専門医数、病床数、病院数)を有病者数で除した値によって各二次医療圏をランク付けし、ランクの低い順から有病者数の累積百分率を x 軸、医療供給指標の比率の累積百分率を y 軸とする座標にプロットして曲線を描出した(ローレンツ曲線)。GCは $y=x$ の対角線(完全均等線)とローレンツ曲線とに囲まれた面積の2倍と定義されており、以下のように計算された。

$$GC = (\sum_{i=1}^{n-1} X_i \cdot y_{i+1}) - (\sum_{i=0}^{n-1} X_{i+1} \cdot y_i)$$

ただし、 n ：青森県の二次医療圏の数

X_i ：二次医療圏 i の有病者数の割合の累積百分率

y_i ：専門医数の割合の累積百分率

医療供給の指標の占有率は青森県全体の医療供給に対するある二次医療圏の医療供給の割合であり、百分率で表された。HHIは専門医数の占有率の二乗和で求められた。HHIは以下の式のように計算された。

$$HHI = S_a^2 + S_b^2 + S_c^2 + S_d^2 + S_e^2 + S_f^2$$

ただし、 S_i ：二次医療圏 i の専門医数の占有率

5. 倫理的配慮

本研究の実施は、弘前大学大学院医学研究科倫理委員会から承認されている。(迅速審査整理番

表1 青森県における各二次医療圏の医療需要と医療供給

二次医療圏	医療需要	医療供給		
	有病率	専門医数	一般病床数	病院数
青森	288.0	4.70	915.0	5.63
津軽	346.1	3.00	888.7	7.66
八戸	246.3	5.45	807.5	5.75
西北五	283.0	0.72	438.1	5.03
上十三	259.7	2.77	584.4	5.53
下北	298.8	1.28	583.1	5.14
青森県全体	287.0	3.63	770.0	6.01

(/10万人)

号2018-1114)

結 果

表1に青森県における各二次医療圏の医療需要(人口10万人あたりの有病数)と医療供給(人口10万人あたりの専門医数, 一般病床数, 病院数)を示した。八戸医療圏では有病率が最も低かったが, 専門医数は最も多く, 一般病床数や病院数もそれぞれ2位, 3位と多かった。下北医療圏では有病率が高く6医療圏中2位であったが, 専門医数, 一般病床数および病院数は全て5位と少なかった。有病率において, 最大値(津軽医療圏)は最小値(八戸医療圏)の1.41倍であった。同様に, 最大値と最小値の比は, 専門医数で7.59, 一般病床数で2.09, 病院数で1.52であり, 医療需要である有病率と比較して医療供給における最大値と最小値の差が大きく, 特に専門医数で顕著であった。

図2に青森県の二次医療圏における医療供給(専門医数, 一般病床数, 病院数)のローレンツ曲線を示した。完全均等線(対角線)とローレンツ曲線の乖離は専門医数で最も大きく, 病院数で最も小さかった。これらの図から計算されたGCを図3に示した。一般病床数や病院数と比較して, 専門医数におけるローレンツ曲線は完全均等線と離れていた。算出されたGCは, 専門医数, 一般病床数, 病院数でそれぞれ, 0.285, 0.115, 0.053であり, 医療供給の中で専門医数におけるGCが最も大きかった。

図4に有病数, 専門医数, 一般病床数, 病院

数におけるHHIを示した。医療供給の指標である専門医数, 一般病床数, 病院数のHHIは, それぞれ2736, 2272, 2102であり, 専門医数において最も大きかった。一方, 医療需要の指標である有病率のHHIは2016であり, 医療供給の値よりも小さかった。

考 察

本研究では青森県の二次医療圏を単位として大腸がんの医療供給と医療需要の偏りを定量的に評価した。その結果, 有病率のHHIよりも専門医数, 病院数および一般病床数におけるHHIが高く, 医療需要の偏りよりも医療供給の偏りのほうが大きいことが明らかになった。また, GCの比較では医療供給の中でも専門医数において最も値が高かった。すなわち, 青森県の6つの二次医療圏における大腸がんの医療供給の偏りは医療需要の偏りとマッチしておらず, 他と比較して供給過少の二次医療圏が存在することが分かった。また, その傾向は専門医数において最も顕著であり, 専門医の配置の見直しが急務であると考えられた。しかし, 専門医は患者の診療だけではなく, 次世代の医師に対する教育などの様々な役割も担っているため, 地域における専門医数は研修病院等の配置とも密接に関連する。また, 手術室数や麻酔科医数なども医療供給に影響するため, 専門医の配置のみの変更を検討しても実際の医療供給は是正されない可能性がある。

本研究の対象である平成22年と平成24年の青森県における人口10万人あたりの医療施設に従

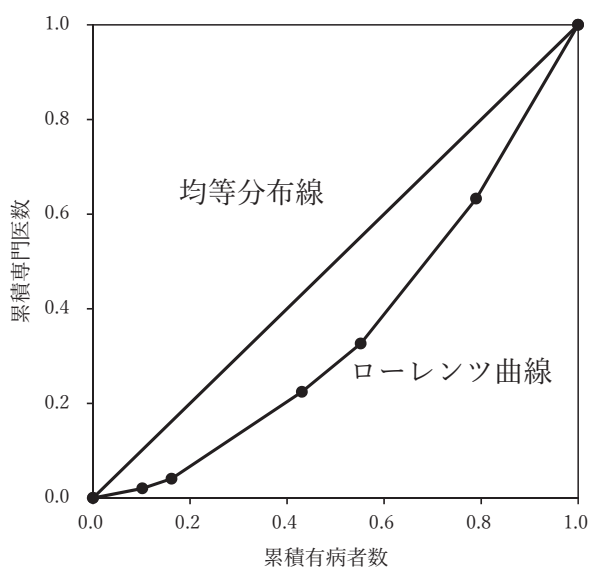


図2a 専門医数

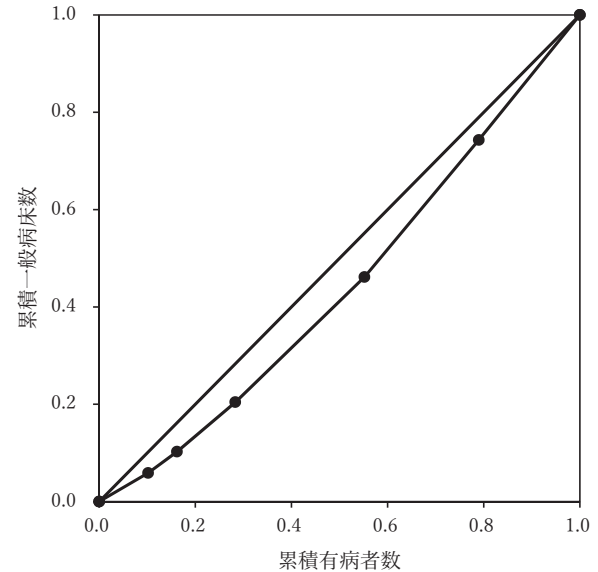


図2b 一般病床数

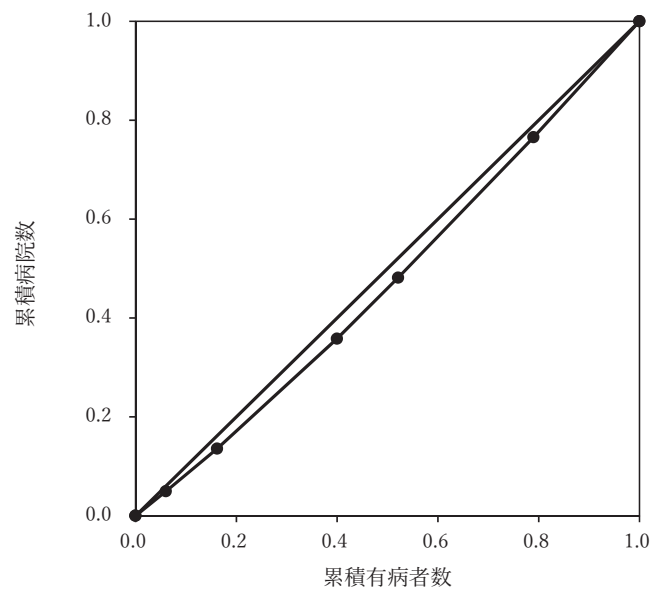


図2c 病院数

図2 青森県における医療供給(専門医数, 一般病床数, 病院数)のローレンツ曲線

事する医師数は、それぞれ1824人、1845人だった。同年の全国における人口10万人あたりの医療施設に従事する医師数は、それぞれ219.0人、226.5人であり、青森県は全国と比較して医師が少ないことは明らかだった。このような状態は平成28年でも同様であり、人口10万人あたりの医療施設に従事する医師数は青森県で198.2人、全国で240.1人であった。また、同年の人口10万人あたりの外科専門医数は、青森県で15.0人、全国

で17.4人であり¹⁴⁾、青森県では全国より外科医が少ないことも明らかであった。地域がん登録の集計結果では、青森県の大腸がん罹患率は全国平均よりも高いことが分かっている。そのため、本研究において大腸がん有病者数に比して相対的に消化器外科専門医数が少ないことが明らかになった二次医療圏では、全診療の中で大腸がん診療はかなり大きなウェイトを占めていることが予想された。青森県ではそもそも医師数が少なく、消化器

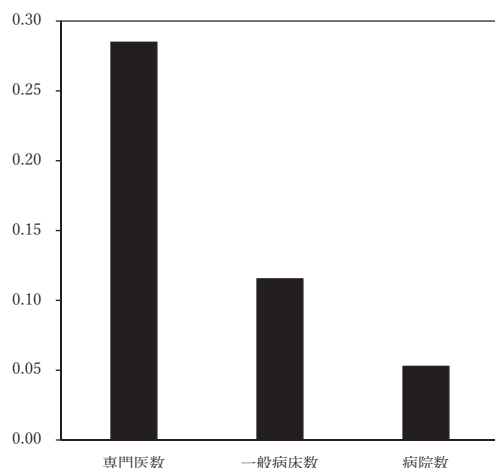


図3 青森県における専門医数, 一般病床数, 病院数のジニ係数

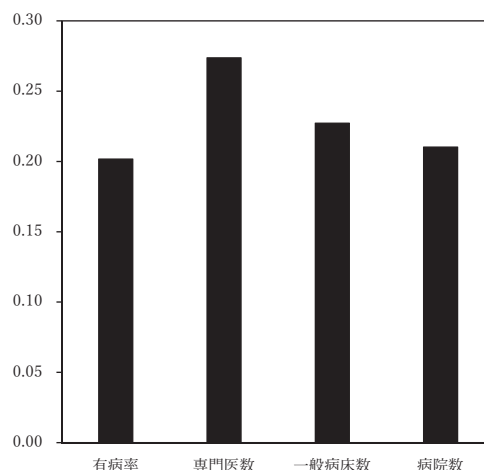


図4 青森県における有病率, 専門医数, 一般病床数および病院数のハーフィンダール・ハーシュマン係数

外科専門医は大腸がん診療のみを行っているわけではないため, 専門医数が少ない二次医療圏では大腸がん診療が医療全体の負担になっていると考えることも可能である。

青森県の大腸がん医療の現状では二次医療圏間の専門医数の偏りが大きく, 医療供給の偏りによる患者サービスの低下が懸念される。そのため, 偏りの弊害を緩和するため, 以下の検討が必要である。

近年, ICT 技術の発展が著しく, 様々な遠隔地とのコミュニケーションツールが開発されている。医療分野でもこれらを応用していくつもの形態の遠隔医療が試みられているが, 現段階では非侵襲的な検査や診察が中心である¹⁵⁾。また, その他に技術的に可能なものとしては, 医療用画像の遠隔地での読影が考えられる。大腸がん診療では全大腸内視鏡検査が極めて重要な診断ツールであるが, そのためには習熟した消化器内科医(消化器内視鏡医)が必要である。本研究では大腸がん医療の中でも特に治療の実施を医療供給の中心として考えたため, 消化器内科専門医数や消化器内視鏡専門医数については検討しなかった。しかし, 大腸がんの医療需要に対して医療供給がミスマッチであったのは病院数や一般病床数も同様であったため, これらに関連する消化器内科専門医数や消化器内視鏡専門医数も医療需要に対してミスマッチな偏りを示している可能性が高く, 全大腸内視鏡検査の実施状況も地域によって偏っている

ことが予想される。全大腸内視鏡の実施に際しては被験者の侵襲が大きく, その改善のために近年では大腸 CT 検査が注目されている。大腸 CT 検査は肛門から二酸化炭素を注入してマルチスライス CT を撮影する検査であり, 実施にあたっては消化器内科専門医等の手技や立会いを必要としない。また, 撮影した画像を遠隔地でも読影可能な環境を構築すれば, 医療供給が過小な地域でも十分に実施可能である。現状では手術などの手技を遠隔医療で実施することはできないが, 手術ロボット技術の発達などにより将来的な実現が期待される。

次に, 病院機能, 特に外科手術前後の診療における各医療機関の役割の分化を検討する必要がある。がん診療において外科手術は治癒に至るための最も基本的な治療であるが, その実施にあたっては多くの医療資源を必要とする。今回の検討ではその中でも消化器外科専門医の偏りが大きいことが明らかになり, 外科手術の実施が地域によって偏っている可能性が考えられた。しかし, 消化器外科医の配置変更は早急には不可能であるとともに上述のように医療供給に与える影響は不明確であり, 外科手術の前後の診療を効率的に実施し, 消化器外科専門医の偏りによる弊害を緩和することがより現実的である。大腸がん診療はおおまかに考えると, 診断, 周術期(手術前後の化学療法等の補助療法を含む), 術後フォローアップの3つのフェーズに分けることができ, そのうち診断

と術後フォローアップは消化器外科専門医以外の医師でも可能な部分が多い。そのため、診断や術後フォローアップを担当する医療機関と周術期を担当する医療機関が情報を共有することで、医療機関が異なってもシームレスな医療が可能になる。特に、最近では診療情報の電子化が進んでおり、複数の医療機関から発生する医療情報を患者ごとに集約して相互に閲覧することが可能になっている。自宅に近い医療機関で大腸がんを診断され、手術（およびその前後の補助療法）を他地域の消化器外科専門医が在籍する医療機関で実施することになれば、検査のための他地域への移動や再検査などの患者負担がなくなるだけでなく、手術を担当する医療機関は検査を行う負担を軽減することができる。また、術後フォローアップを自宅に近い医療機関で実施できれば、同様に患者と手術担当病院の両方の負担を軽減できる。診療情報の共有により、手術を担当した消化器外科専門医は他の医療機関での術後フォローアップの状況を確認することも可能である。

本研究では大腸がん有病率を医療需要の指標として用いた。先行研究では、中川ら¹⁶⁾が罹患率と生存率の積から2012年における愛知県におけるがん有病率を算出しており、がん対策のための有用な情報であるとしている。この手法は本研究とほぼ同様の手法であるが、異なる点が2つあった。1つ目に、中川らは罹患日を年中央に近似しているのに対して、本研究では罹患月に基づいて計算した。そのため、有病率推定の精度は本研究のほうが高いと推測できる。2つ目に、中川らは5年生存率をもとに有病率を計算しているが、本研究では3年生存率により有病率を計算した。大腸がんを診断されてから5年後以降の生存率は一般住民の生存率とほぼ同等であるが、3年後の段階では生存率はまだ一般住民より低い¹⁶⁾。そのため、有病率の推定に際しては3年生存率よりも5年生存率を用いた算出がより妥当と考えられるが、青森県がん登録はデータ精度が向上してからまだ間がないために3年生存率しか用いることができなかった。本研究では大腸がんの診断から3年以上5年未満の生存者を有病者に計上していないため、有病率を過小評価している可能性がある。ただし、二次医療圏によって

生存率に大きな差はないと考えられるため、本研究で行った二次医療圏間の比較には影響はなかったと考えられる。

本研究では、偏りの定量化のためにGCを用いた。先行研究では、OhbaらがGCを用いて医療放射線資源の人口に対する偏りを定量化した⁷⁾。本研究ではOhbaらの論文と同様の手法によりGCを計算したが、Ohbaらは人口に対するGCを算出したのに対して本研究では有病率に対するGCを計算した点が異なる。医療需要は人口よりも有病率のほうが正確に実態を反映していると考えられるため、偏りの推計は本研究が採用した手法のほうが精度が高いと考えられた。

本研究ではGCとHHIを二次医療圏間で比較して相対的に評価した。医療供給の偏りが患者サービスや予後とどの程度関連しているかは明らかになっておらず、青森県において許容されるGCやHHIの値も不明であることが本研究の限界点として挙げられる。また、GCやHHIによる偏りの定量化は可能であるが、医療供給の充足状況を検討することはできない。

本研究では、青森県において大腸がんの医療供給は医療需要よりも偏在しており、特に消化器外科専門医数と有病率においては偏りがミスマッチしていることが明らかになった。これらの影響を緩和するために遠隔医療の導入や診療情報の共有による病院機能の役割分化を推進することによって、青森県内の大腸がん医療の向上が期待される。

利 益 相 反

本研究に関して、全ての著者において利益相反はない。

引 用 文 献

- 1) 全国がん罹患モニタリング集計. https://ganjoho.jp/reg_stat/statistics/brochure/monitoring.html (最終アクセス日 2019年5月17日)。
- 2) Teixeira MC, Braghiroli MI, Sabbaga J, Hoff PM. Primary prevention of colorectal cancer: myth or reality? World J Gastroenterol. 2014;20:15060-9.

- 3) Pisani P, Bray F, Parkin DM. Estimate of the world-wide prevalence of cancer for 25 sites in the adult population. *Int J Cancer*. 2002;97:72-81.
- 4) Kobayashi Y, Takaki H. Geographic distribution of physicians in Japan. *Lancet*. 1992;340:1391-3.
- 5) Xu Y, Fu C, Onega T, Shi X, Wang F. Disparities in geographic accessibility of national cancer institute cancer centers in the United States. *J Med Syst*. 2017;41:203.
- 6) 谷原真一, 張拓紅, 尾島俊之, 中村好一, 柳川洋, 小林雅興. 二次医療圏毎にみた医療供給と受療行動の関連および地域格差. *日本公衆衛生雑誌*. 1997;44:688-93.
- 7) Ohba H, Narumi M, Hosokawa Y, Aoki M. Measuring the inequalities in radiotherapy health resources in Japan: comparison of the Hokkaido-Tohoku and Tokyo districts. *Jpn J Radiol*. 2010;28:20-6.
- 8) 藤原健祐, 谷川原綾子, 谷川琢海, 谷祐児, 大場久照, 小笠原克彦. 北海道における放射線診療資源の地理的分布の経年比較—ジニ係数とハーフィンゲール・ハーシュマン指数を用いた分析—. *日放線技会誌*. 2016;72:970-7.
- 9) Mehta A, Farooqui HH, Selvaraj S. A critical analysis of concentration and competition in the indian pharmaceutical market. *PLoS One*. 2016;11:e0148951.
- 10) 青森県がん登録. <http://gan-info.pref.aomori.jp/public/index.php/ct05/a53.html> (最終アクセス日 2019年5月17日).
- 11) 国勢調査. <https://www.e-stat.go.jp/stat-search?page=1&toukei=00200521> (最終アクセス日 2019年5月17日).
- 12) 日本消化器外科学会. <https://www.jsgs.or.jp/index.php> (最終アクセス日 2019年1月9日).
- 13) 平成26年青森県保健統計年報. <https://www.pref.aomori.lg.jp/kensei/tokei/26nenpou.html> (最終アクセス日 2019年1月9日).
- 14) 平成28年度厚生労働省医師・歯科医師・薬剤師調査. <https://www.mhlw.go.jp/toukei/list/33-20.html> (最終アクセス日 2019年7月30日).
- 15) 脇嘉代. ICT/IoTを活用した糖尿病・腎臓・高血圧診療の展望. *循環器内科*. 2019;85:96-100.
- 16) Nakagawa-Senda H, Yamaguchi M, Matsuda T, Koide K, Kondo Y, Tanaka H, Ito H. Cancer prevalence in Aichi, Japan for 2012: estimates based on incidence and survival data from population-based cancer registries. *Asian Pac J Cancer Prev*. 2017;18:2151-6.