

微量元素データを含めたNST臨床検査情報における データマイニングの検討

三浦吉範¹、富澤勇貴²、遠藤龍人³、池田健一郎²、世良耕一郎⁴、横山茂樹⁵、諏訪部 章¹

¹岩手医科大学医学部臨床検査医学
020-8505 盛岡市内丸 19-1

²岩手医科大学医学部外科学
020-8505 盛岡市内丸 19-1

³岩手医科大学医学部内科学
020-8505 盛岡市内丸 19-1

⁴岩手医科大学サイクロトンセンター
020-0173 岩手郡滝沢村字留が森 348-58

⁵高電工業株式会社インフォメディカル事業部
143-0015 東京都大田区大森西 2-17-18

1 はじめに

最近医療の現場では、医療の基本として栄養管理に対する考え方や取り組みを基本的なシステムとして院内に構築していくことが重要視されるようになってきている。栄養管理をおろそかにすると、Lean Body Mass (LBM: 人体から脂質を除いた体蛋白) が減少し、筋肉量や内臓蛋白の減少、アルブミンの減少などいろいろな臨床症状が発現してくる。その結果、免疫能が障害され創傷治癒も遅れる。最終的には臓器障害に陥り死に至ることもある。このように、栄養管理はすべての患者様に最低限行わなければならない医療の基本であるといえる。

近年、高齢化社会の到来や救急医療の進歩などにより、様々な疾患の急性期は乗り越えることが可能になった反面寝たきりになり、脳血管障害などの原因で意識障害や仮性球麻痺を発症するケースが多くなってきている。その結果、嚥下障害すなわち経口摂取が困難となり、食物が気管に入って肺炎になったり窒息したりするおそれがあるため、経腸および静脈栄養法に頼らざるを得ない患者が増加している。このような栄養療法時では、微量元素含量の少ない栄養食や純度の高い化学合成栄養剤などによる長期間の栄養管理が続くため、微量元素の欠乏発現などが明らかとなり¹⁻⁶⁾、その栄養学的重要性が再認識されるようになった。ビタミンや微量元素などの微量栄養素は、その必要量はわずかであるが欠乏すると正常な生命の営みができず、種々の疾病を発症する。術後の栄養状態が悪くなると、免疫能が低下し感染症が起りやすくなる。またタンパクの合成能も低下し、組織や器官の修復が困難となる。一般に普通に偏りのない食事を摂取していれば問題ないが、経口

摂取が不十分になると生体内に貯蓄されたものが欠乏し生命の危機をもたらすこともある。そこで今「NST」が注目されている。これは Nutrition Support Team のことで、日本語では「栄養サポートチーム」と訳されている。NST は、医師、看護師、栄養士、薬剤師、検査技師、医療事務などからなるチームで個々の患者について、詳細な栄養評価に基づいて適切な栄養療法を実施するものである。栄養管理の鉄則は、できる限り消化管を使い意味のない絶食期間をつくらないことである。経口摂取こそ最高の栄養法であり、経口摂取が不可能だと判断された場合に経腸栄養や経静脈栄養法が選択される。

このような栄養療法時には、栄養アセスメント蛋白や各種臨床検査値と同時に血清微量元素レベルもモニタリングする必要性が求められてきている。体内には必須微量元素が存在し、これらなくして生命を維持することは出来ない。これまで、このような栄養管理で報告されている従来の血清微量元素レベルの測定では、各元素ごとに異なる分析法が用いられて大変複雑で多大な時間と労力が費やされていた。そこで我々は、多元素を同時に短時間でしかも簡単な試料調整で測定できる PIXE 法を用いて、実際に NST 活動の中で栄養療法施行患者の血清微量元素レベルを測定している。その結果、PIXE 法は測定時間、感度、サンプル量、コスト面などで従来法より利点が大きく、このような栄養管理施行時の血清微量元素レベルのモニタリングのツールとして有用であることを示してきた⁷⁾⁸⁾⁹⁾。

今回我々は、さらに栄養療法施行患者における血清微量元素値を含めた臨床検査データに NST 栄養管理情報や診療記録データなどを加え、それらのデータを用いてデータマイニングのひとつの手法である決定木解析を実施した。そこから栄養管理における微量元素データの特徴および規則性などを探り、さらに栄養療法のアウトカム評価への指標としての可能性などについて検討した。

2 方法

[対象]

対象は平成 17 年の 1 月から平成 18 年 10 月の間に岩手医科大学附属病院に入院した患者で、NST が介入した 29 名の血清 (NST 介入時) を用いた。内容は男性 15 例、女性 14 例、年齢 15～89 歳 (平均年齢 59.0 歳)、NST 介入期間は 5～147 日 (平均 47.20 日) であった。

[PIXE・試料調製]

血清試料は、金属元素類などを含まないプラスチック製のスクリュウキャップ付き容器に入れ PIXE による測定を行なうまでは、 -80°C で凍結して保存した。測定する前に、内部標準として銀 (AgNO_3) を試料 1ml に対し 血清試料では $100\ \mu\text{g}$ 、尿試料では $50\ \mu\text{g}$ の割合になるように加えよく混和し、うちそれぞれ $10\ \mu\text{l}$ をバックリングフィルムに滴下し室温で乾燥した後 PIXE のターゲットとした。

[PIXE・測定操作]

上記のように調製した試料をそれぞれ $10\ \mu\text{l}$ 分取し、バックリングフィルム上に滴下したものを PIXE のターゲットとした。測定は、真空中のターゲットに 2.9MeV のプロトンビームを照射し、ターゲットから放出される特性 X 線を半導体検出器で検出しマルチチャンネルアナライザーで分析した。NMCC の装置では、ナトリウムからウランまでの全元素を同時に検出できるように 2 つの検出器を用いている。これら検出器のうち一つは、カルシウムよりも重い元素類を検出するために 3-5 mm の薄いマイラー膜のアブソーバーを装着させている。もう一つの検出器には低元素類の測定のために、前部分にグラファイトの小さな窓があって X 線のカウントを減衰させるような工夫が施されてある。検出されたスペクトラムデータは、パーソナルコンピュータに移行し、“SAPIX” プログラムを使用して各元素量を計算した¹⁰⁾¹¹⁾。

[データマイニング・決定木解析]

解析には医療データマイニングシステム ICONS Miner (高電工業) を用いた¹²⁾。決定木、If-then ルールを

行なった。目的変数は栄養状態の改善の有無とし、説明変数は Table 1 に示すように NST 基本情報、NST 栄養管理情報、生化学検査データ、血清微量元素データ、血液検査データとしてその関連性を解析した。なお栄養状態の改善は、栄養アセスメントデータや臨床状態などから総合的に判断した。また説明変数に用いた臨床検査データはいずれも NST 介入時点でのものを使用した。

Table 1 決定木解析に用いた説明変数

<p>■NST基本情報</p> <p>01. TTR (mg/dl)</p> <p>02. 性別</p> <p>03. 年齢</p> <p>04. 診療科</p> <p>05. NST介入期間(日)</p> <p>06. 栄養状態回復(Y/N)</p> <p>07. 癌(Y/N)</p> <p>08. 褥瘡(Y/N)</p> <p>09. 腎不全(Y/N)</p> <p>■NST栄養管理</p> <p>10. 栄養ルート:TPN(Y/N)</p> <p>11. 栄養ルート:PPN(Y/N)</p> <p>12. 栄養ルート:EN(Y/N)</p> <p>13. 食事/常食(Y/N)</p> <p>14. 食事/高齢者全粥食(Y/N)</p> <p>15. 食事/クローン食(Y/N)</p> <p>16. 微量元素剤・ミネラルイン(Y/N)</p> <p>17. BMI</p> <p>18. AC 上腕周囲(cm)</p> <p>19. TSF 上腕三頭筋部皮下脂肪厚(%)</p> <p>20. AMC 上腕筋囲(%)</p> <p>21. 摂取栄養量(kcal)NST介入前</p>	<p>■生化学検査データ</p> <p>22. TP</p> <p>23. Alb</p> <p>24. Na</p> <p>25. K</p> <p>26. Cl</p> <p>27. Ca</p> <p>28. UN</p> <p>29. CRE</p> <p>30. AST</p> <p>31. ALT</p> <p>32. γGT</p> <p>33. CHE</p> <p>34. ALP</p> <p>35. T-Bil</p> <p>36. D-Bil</p> <p>37. I-Bil</p> <p>38. CRP</p> <p>39. GLU</p> <p>■微量元素データ</p> <p>40. Fe (μg/l)</p> <p>41. Cu (μg/l)</p> <p>42. Zn (μg/l)</p> <p>43. Se (μg/l)</p> <p>44. Mn (μg/l)</p>	<p>■血液検査データ</p> <p>45. WBC</p> <p>46. RBC</p> <p>47. Hb</p> <p>48. Ht</p> <p>49. MCV</p> <p>50. MCH</p> <p>51. MCHC</p> <p>52. PLT</p> <p>53. NEUT%</p> <p>54. LYM%</p> <p>55. MO%</p> <p>56. EO%</p> <p>57. BA%</p> <p>58. LUC%</p> <p>59. NEUT#</p> <p>60. LYM#</p> <p>61. MO#</p> <p>62. EO#</p> <p>63. BA#</p> <p>64. LUC#</p>
--	---	---

3 結果

3.1 説明変数を NST 基本情報, NST 栄養管理情報と TP にしたときの決定木解析

Fig. 1 は、説明変数を表 1 の 01-22 としたときの決定木解析の結果である。この結果より、目的変数に最も関連する説明変数は「BMI (Body Mass Index)」であることが示された。つまり「BMI \leq 16.4」の場合に「回復=Y」すなわち栄養状態が改善された件数は 11 例中で 11 例と 100%であったことを示している。さらに「BMI $>$ 16.4」の場合については、加えて「TTR(トランスサイレチン) \leq 5.19」の場合に「回復=N」すなわち栄養状態が改善されなかった件数は、2 例中で 2 例であった。以下、目的変数に関連すると認められた説明変数は、関係の深いものから順番に表示された。さらにこれらの決定木解析結果は、Fig. 2 のような 7 つの「If then ルール」として検出された。同様に、この If then ルールは、Fig. 3 のような「逆さの樹木状」にも描くことが出来るので「決定木」と呼ばれる。円形もしくは四角形で囲まれた部分を Node (節/ノード)と呼ぶ。最上部には解析の出発点として Root Node (根/ルート)があり、最下部に結果としての Leaf Node (葉/リーフ)がある。Leaf Node はそれ以上は分岐を行うことができず、それ以外の Node は、Decesion Node (決定/デシジョン)と呼ばれる。このようにして最上部の Rote Node から「逆さの樹木」が茂っていくように、分類が

上から下に向けて行われていく。図の①から⑦は Fig.2 に示した「if-then ルール」に対応するように表示してある。それぞれの確率と P 値も表示した。よって目的変数（栄養状態の改善 Y/N）に最も関連する説明変数として BMI が、決定木の Root Node（根/節）として抽出された。2 番目に特徴的な項目が TTR となった。以下、抽出された説明変数はクローン食・高齢者全粥食・TTR・TP（総蛋白）となった。また、この図の木の高さ（深さ）は 7 であった（これが高くなるほど複雑になるので低い木で分類できることが望ましいとされている）。

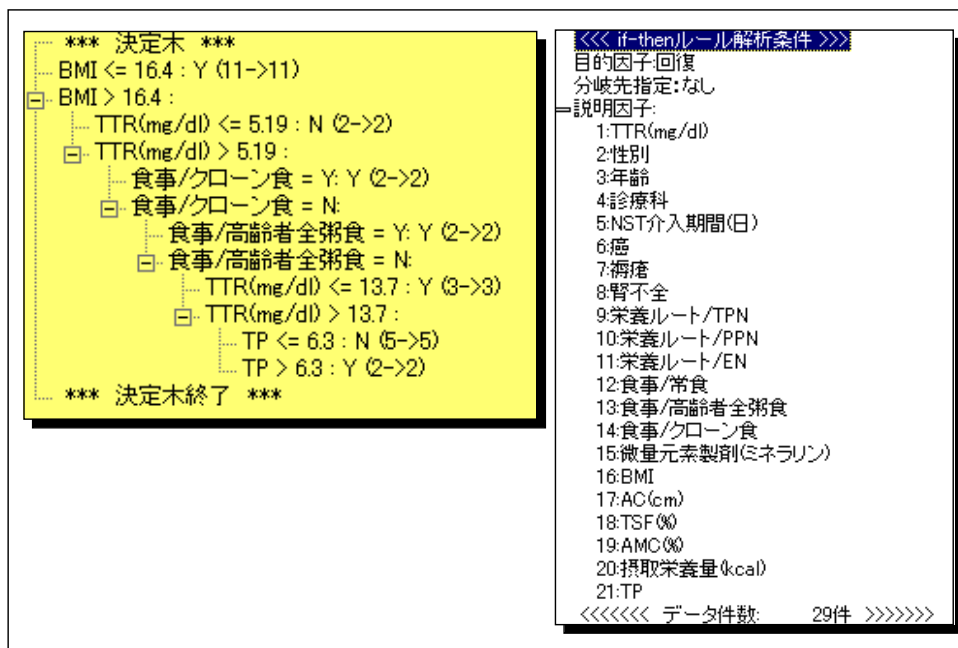


Fig.1 説明変数を NST 基本情報、NST 栄養管理情報と TP にしたときの決定木解析結果

- ① If BMI ≤ 16.4, then Y (確率 : 100.00% 意外性:91.793 P値:0.01757) [11→11]
- ② If BMI > 16.4 and TTR(mg/dl) ≤ 5.19, then N (確率 : 100.00% 意外性:0.849 P値:0.00937) [2→2]
- ③ If BMI > 16.4 and TTR(mg/dl) > 5.19 and 食事/クローン食=Y, then Y (確率 : 100.00% 意外性:3.680 P値:0.40838) [2→2]
- ④ If BMI > 16.4 and TTR(mg/dl) > 5.19 and 食事/クローン食=N and 食事/高齢者全粥食=Y, then Y (確率 : 100.00% 意外性:1.827 P値:0.40838) [2→2]
- ⑤ If BMI > 16.4 and 5.19 < TTR(mg/dl) ≤ 13.7 and 食事/クローン食=N and 食事/高齢者全粥食=N, then 回復=Y (確率 : 100.00% 意外性:10.650 P値:0.30215) [3→3]
- ⑥ If BMI > 16.4 and TTR(mg/dl) > 13.7 and 食事/クローン食=N and 食事/高齢者全粥食=N and TP ≤ 6.3, then 回復=N (確率 : 100.00% 意外性:6.335 P値:0.000001) [5→5]
- ⑦ If BMI > 16.4 and TTR(mg/dl) > 13.7 and 食事/クローン食=N and 食事/高齢者全粥食=N and TP > 6.3, then 回復=Y (確率 : 100.00% 意外性:0.956 P値:0.40838) [2→2]

Fig.2 決定木から抽出された If-Then ルール

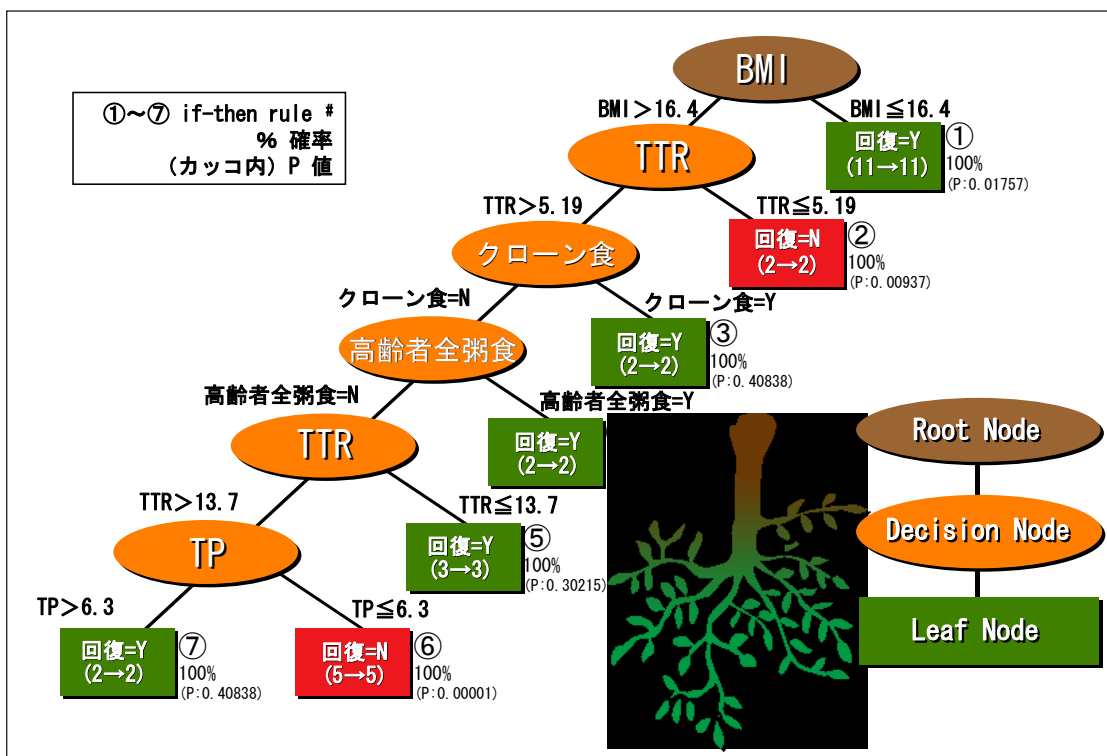


Fig. 3 Fig.1 を基に樹木状に描いた決定木

3.2 説明変数を NST 基本情報、NST 栄養管理情報と TP、Alb(アルブミン)にしたときの決定木解析

Fig. 4は、説明変数を表1の01~23としたときの決定木解析の結果である。Albが栄養状態の回復に最も関係があり、次にAMC% (上腕筋囲)、摂取栄養量と関係があると解析された。3.1で抽出されたBMIやTTRなどは決定木には表示されなかった。よってif-thenルールでは、以下ようになる。

もしAlb > 3.4であれば、栄養状態の回復がみられない (2例中2例)。

もしAlb ≤ 3.4でかつAMC > 99あれば、栄養状態の回復がみられない (2例中2例)。

もしAlb ≤ 3.4でかつAMC ≤ 99, 摂取栄養量 ≤ 552kcalであれば、栄養状態の回復がみられない (2例中2例)。

もしAlb ≤ 3.4でかつAMC ≤ 99でも、摂取栄養量 > 552kcalであれば栄養状態の回復がみられた (19例中18例)。

3.3 説明変数を NST 基本情報、NST 栄養管理情報、生化学検査データ、微量元素データと WBC(白血球数)にしたときの決定木解析

Fig. 5は、説明変数を表1の01~45としたときの決定木解析の結果である。3.2の結果と同じようにAlbが栄養状態の回復に最も関係があり、次に関係のある項目としてWBCが検出された。以下3.2と同じくAMC% (上腕筋囲)、摂取栄養量が関係ありという解析結果だった。

もしAlb ≤ 3.4でもWBC ≤ 6.29の場合は、13例中13例で栄養状態の回復がみられた。

3.4 説明変数を NST 基本情報、NST 栄養管理情報、生化学検査データ、微量元素データと WBC、RBC(赤血球数)、Hb(ヘモグロビン)にしたときの決定木解析

Fig. 6は、説明変数を表1の01~47としたときの決定木解析の結果である。3.3の結果でルートノードだったAlbが消えてHbが栄養状態の回復に最も関係があり、次にWBCが検出された。Hbが > 12と正常値でも栄養状態の回復しなかったのが2例あったが、Hbが ≤ 12と正常以下でもWBCが ≤ 6.29 (正常範囲内)であれば14例中14例で回復がみられた。またHbが ≤ 12と正常以下でWBCも > 6.29と高くてもAMC%が標準以下であ

っても TTR 値が >5.19 より高い症例が 7 例あったが、そのうち 6 例では回復がみられた。

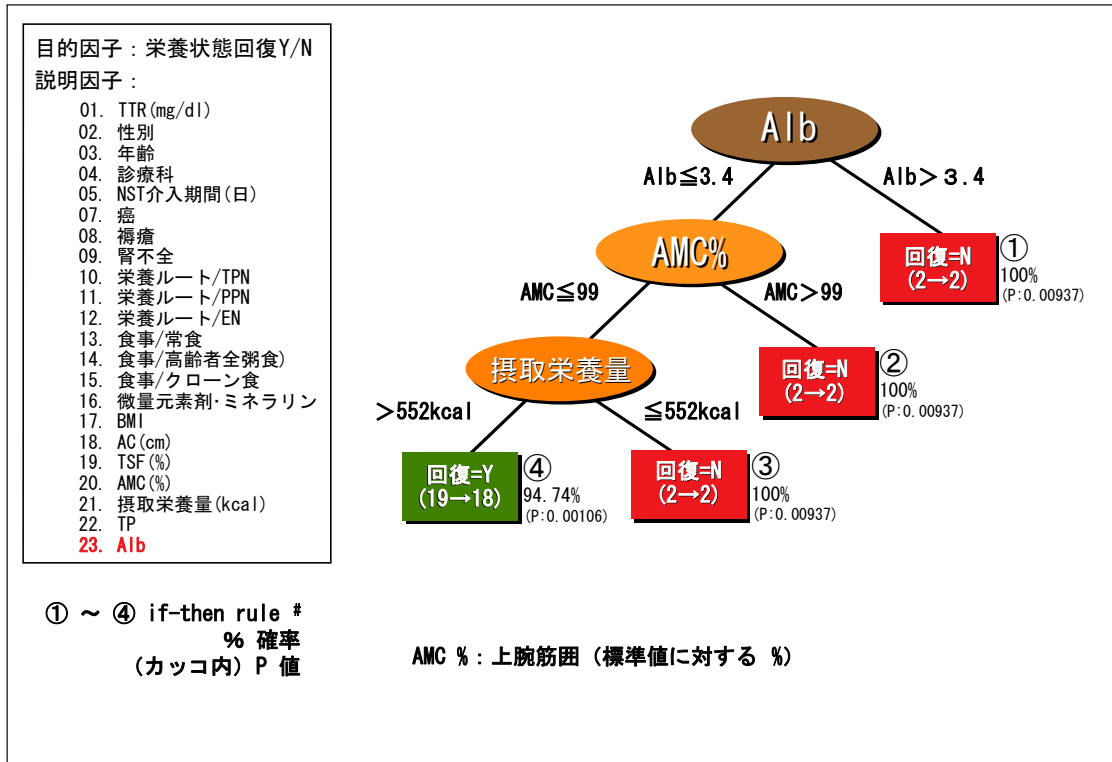


Fig. 4 説明変数を TTR~Alb にしたときの決定木解析

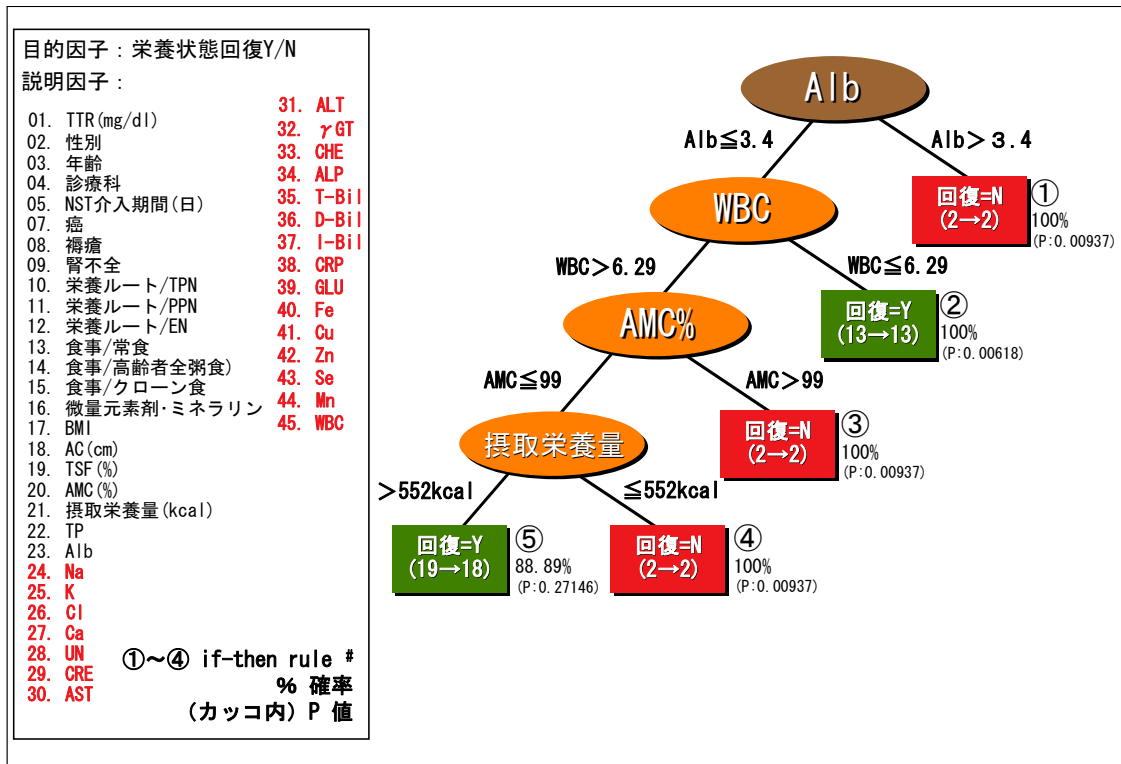


Fig. 5 説明変数を TTR~WBC にしたときの決定木解析

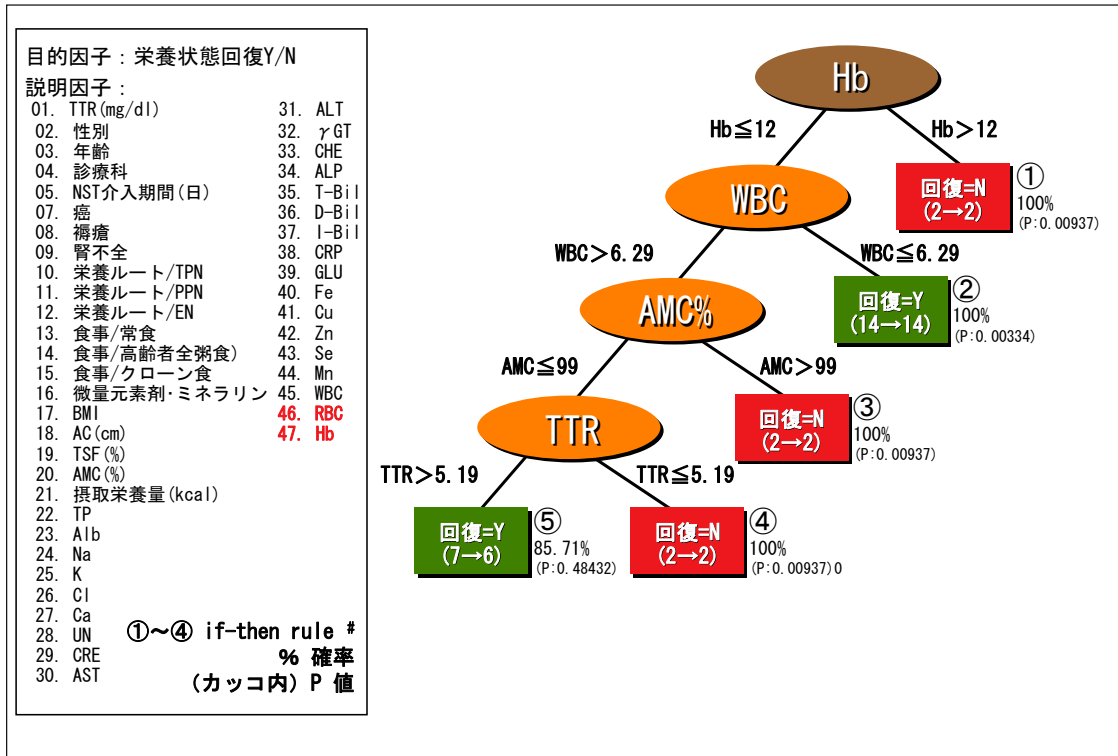


Fig. 6 説明変数を TTR~Hb にしたときの決定木解析

3.5 説明変数を NST 基本情報、NST 栄養管理情報、生化学検査データ、微量元素データと血液検査データにしたときの決定木解析

Fig. 7は、説明変数を表1の01~64としたときの決定木解析の結果である。3.4の結果同様にHbが栄養状態の回復に最も関係があり、次にLYM%(リンパ球百分率)が検出された。Hbが ≤ 12 と正常以下でLYM%も ≤ 6.8 と正常以下を示した2例では2例とも回復がみられなかった。しかし、LYM%が > 6.8 だった14例では14例とも回復がみられた。

このように説明変数のいろいろな組合せで決定木分析を行なったが、どの分析でも微量元素はデジジョンノードに全く検出されなかった。よって次に、微量元素を主にした説明変数による決定木分析を実施した。

3.6 説明変数を微量元素(Fe、Cu、Zn、Se、Mn)とTTRにしたときの決定木解析

Fig. 8は、目的変数は栄養状態の改善の有無、説明変数を微量元素とTTRにしたときの決定木解析の結果である。その結果、Znが最も回復に関係が強くて、以下Fe、Cu、Seの順に検出された。すなわちZnが > 758.6 だと9例中で9例とも回復がみられた。またZnが ≤ 758.6 の場合は、Feが ≤ 653.2 でCuが ≤ 682.5 であれば5例中5例で回復がみられた。

3.7 説明変数を微量元素(Fe、Cu、Zn、Se、Mn)とTTR、BMI、Alb、LYM#、TPにしたときの決定木解析

Fig. 9は、説明変数を微量元素と主な栄養アセスメントデータにしたときの決定木解析の結果である。その結果、Albが最も回復に関係が強くて、次にBMIで3番目にZnが検出された。Alb ≤ 3.4 と低値でBMIが ≤ 17.3 でも、12例中で12例が回復がみられた。また、Alb ≤ 3.4 と低値でもBMIが > 17.3 でZnが > 723 であれば、TPが低くても6例中全例で回復がみられた。で、それ以外は正常範囲外に分布した。

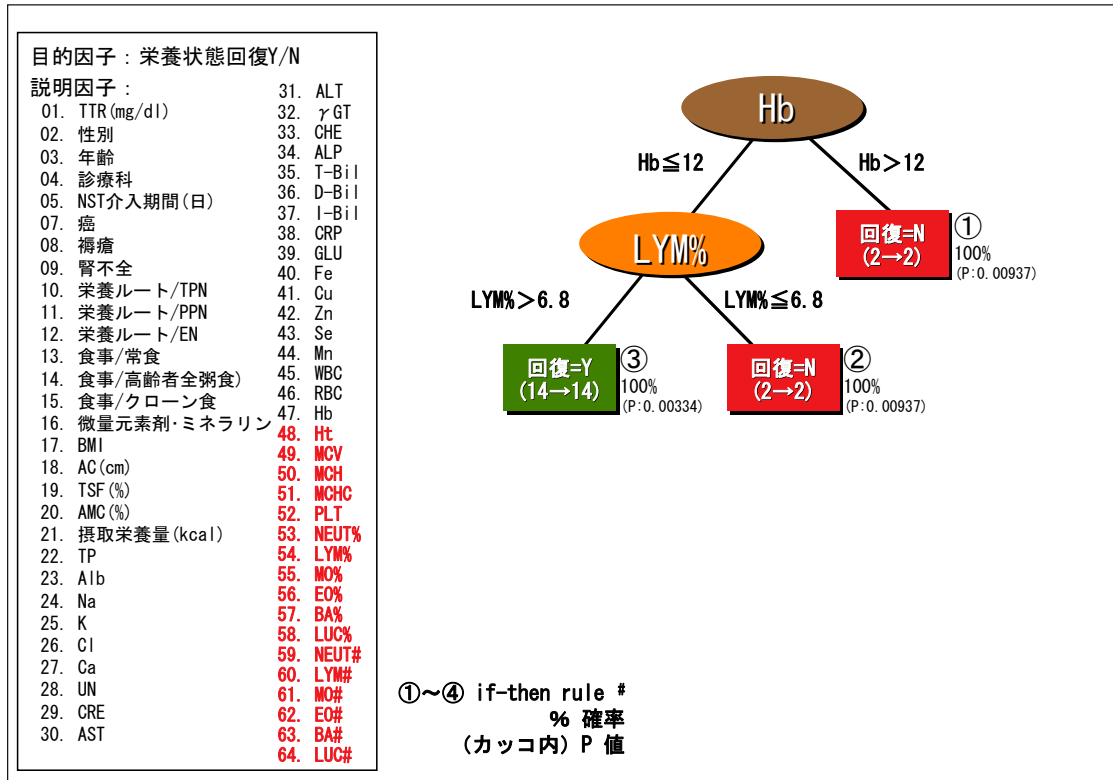


Fig. 7 説明変数を TTR~LUC#にしたときの決定木解析

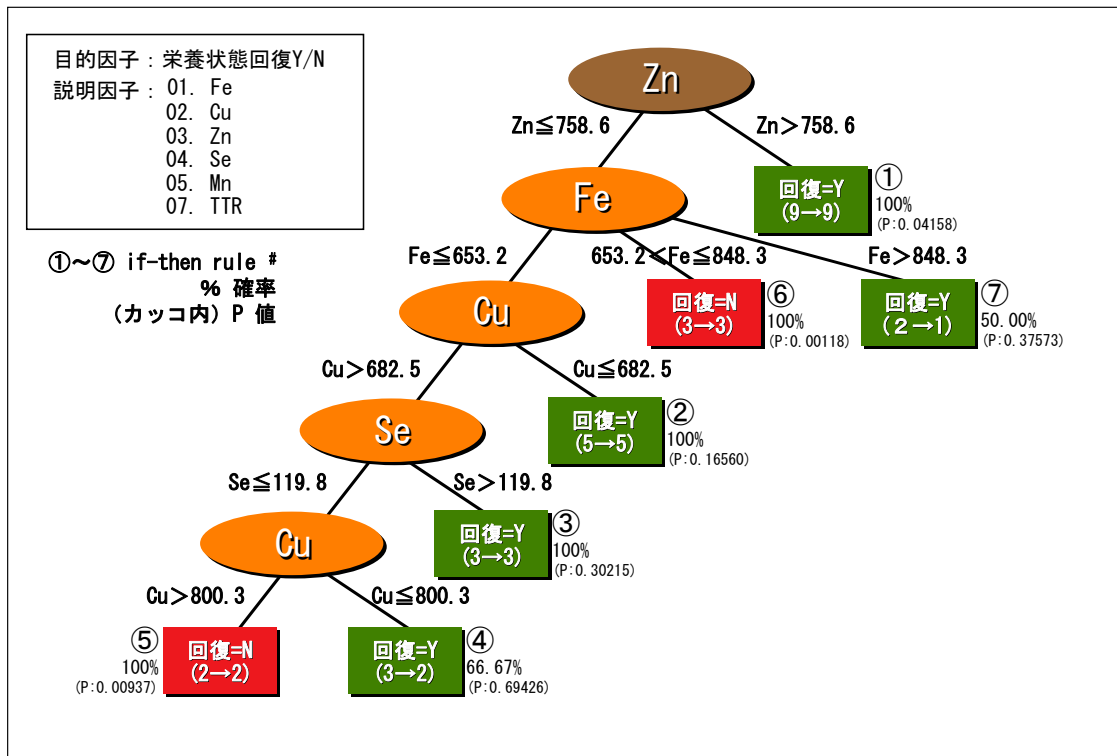


Fig. 8 説明変数を微量元素と TTR にしたときの決定木解析

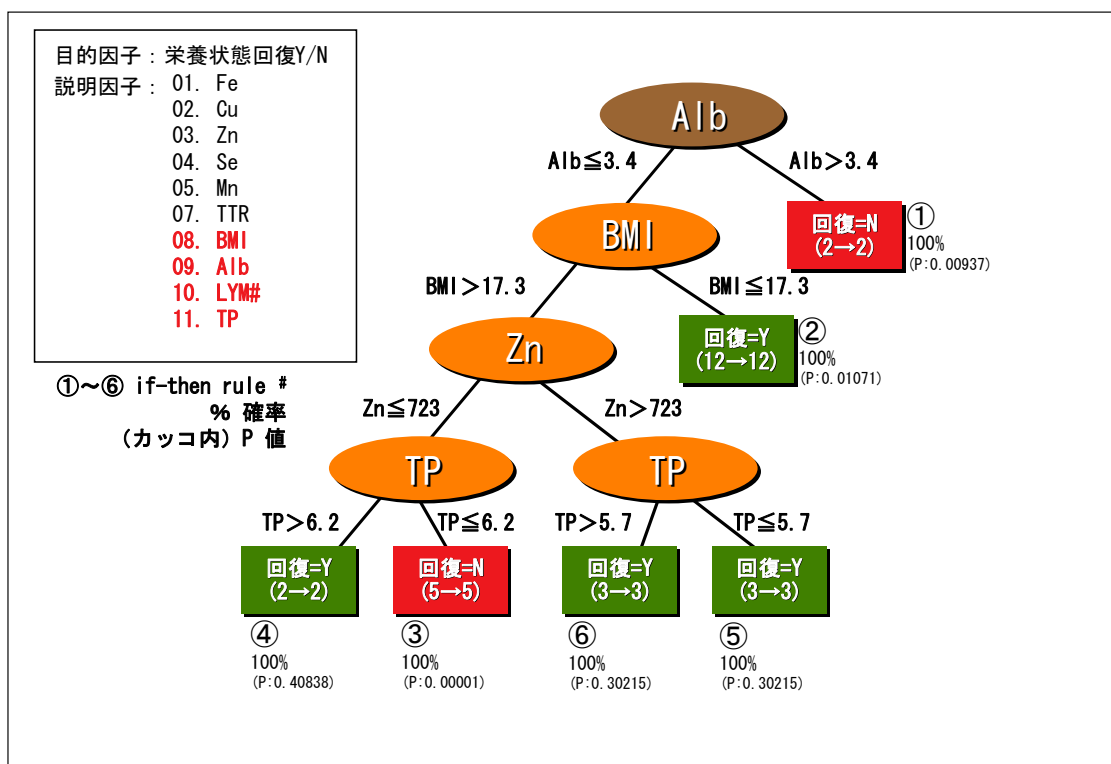


Fig. 9 説明変数を微量元素と TTR、BMI、Alb、LYM#、TP にしたときの決定木解析

4 考察

今回はスクリーニングとして微量元素データを含めた NST 臨床検査情報について決定木解析でのデータマイニングを実施した。目的変数を栄養状態の改善の有無とし、説明変数をいろいろな項目の組合せで検討した。その結果、すべての項目による説明変数での決定木解析では Hb、LYM% といった現在栄養アセスメントの指標として用いられている検査項目が栄養状態に最も関係のある因子として検出された。

また、微量元素主体の説明変数による決定木解析からは、Zn が栄養状態の回復に最も関係のあることが示唆された。Zn は 200 種以上もの金属酵素の活性中心として栄養管理上重要な元素とされている。機能的には、核酸の合成に関与していて蛋白合成速度に影響を与え成長や創傷治癒と密接な関係がある。Zn が欠乏すると、湿性の皮膚炎が発症し口内炎や脱毛、爪の変形、味覚障害や腹痛や発熱などの随伴症状が見られる。よって今回の解析結果も Zn におけるこれら栄養学的なはたらきを反映したものと考えられるが、TP が正常値以下でも Zn が一定の値以上 (>723mg/dl) あれば栄養状態が改善される症例が多いことが興味深かった。

決定木解析法については、以下のような感想を得た。①目的変数に最も関連のある説明変数を選択し if-then ルールでデータ全体の傾向が理解しやすく表現される。②連続変数(数値データ)とカテゴリカル変数(文字列データ)を扱えるので、臨床検査値を含む医療データの解析に適している。③解析対象となるデータは、前もって数値化や正規化などを行う必要がなく、欠損値があっても決定木が作成できる。④解析処理時間も他のデータマイニングの手法と比べて早いので、こういったような特性から説明変数の多いデータで短時間にある程度の傾向を把握するというような解析に適しているように思える。従来はヒトが試行錯誤でカイ 2 乗検定を繰り返し、意味のあるデータをとらえようとしていたわけであるがそれは大変な作業だった。それに対して決定木解析によるデータマイニングでは、データから思い込みを外して客観的に「仮説」として特徴的なデータの箇所を示してくれる。そしてその仮説のルールが重要なものと思える場合は、さら

に「カイ 2 乗検定」を行なうことでその統計的優位性があるかを証明することができる。よって決定木などのデータマイニング解析は、あくまで従来人間の直感が行なっていた「仮説」の抽出を人工知能的な手法で行なってくれるものと考えられる。

今回は症例数の関係で栄養療法のアウトカム評価への指標の検討までは実施できなかったのも、さらに症例数を増やした上で再度決定木解析法を行いたいと考えている。

謝 辞

本研究を進めるにあたり、御協力をいただきました岩手医科大学 NST の古屋純一氏、鈴木淳氏、竹島沙史理氏、栗谷川洋子氏、鎌田幸恵氏、菅原敦子氏、小野圭子氏、山内敏司氏、加藤理恵子氏、小原美由紀氏、佐藤祐子氏、阿部理紗子氏、俵万里子氏、豊巻和司氏、杉下佳子氏、岩動美奈子氏、高橋麻衣子氏、熊谷直記氏、工藤正樹氏および盛岡市立病院の加藤章信氏に深謝いたします。また実験遂行にあたり日本アイソトープ協会・仁科記念サイクロトロンセンターのスタッフの方々にお世話になり感謝いたします。

文 献

- 1) 中川三郎、他：経腸栄養中の重症心身障害児における亜鉛欠乏性貧血、好中球減少についての検討、
脳と発達、25:571、1993
- 2) 坂野章吾、他：高齢者長期経管栄養にともなう銅欠乏性貧血、好中球減少についての検討、臨床血液、35:
1276-1281、1994
- 3) 水谷智彦、長谷川律子、他：長期経管栄養を要する神経疾患患者にみられたセレン欠乏についての研究、
Biomed Res Trace Elements、5: 35-40、1994
- 4) 小洪陽一、土田弘基、他：長期経腸栄養高齢患者における血清微量元素レベルの検討と関連する症状お
よび臨床検査値の解析、Biomed Res Trace Elements、11(2)、190-203、2000
- 5) 湧上聖：長期経腸栄養施行患者における低 Se 血症の実態と富微量元素流動食 F2 α の検討、Biomed Res
Trace Elements、12(4)、299-300、2001
- 6) 斎藤昇：経腸栄養患者における血清 Se の変動、Biomed Res Trace Elements、15(4)、361-363、2004
Transpl Forum、43、194-196、1979
- 7) 三浦吉範、加藤章信、池田健一郎、世良耕一郎、諏訪部章：PIXE による必須微量元素の測定ー栄養
療法時における微量元素動態についてー、NMCC 共同利用研究成果報文集 第 12 巻、198-203、2004
- 8) 三浦吉範、加藤章信、池田健一郎、世良耕一郎、諏訪部章：栄養療法時における血清微量元素の検討、
NMCC 共同利用研究成果報文集 第 13 巻、62-70、2005
- 9) 三浦吉範、小田代律子、佐藤祐子、加藤章信、池田健一郎、世良耕一郎、諏訪部章：NST 介入患者に
おける血清微量元素の動態、Tohoku Journal of Clinical Chemistry、Vol.16 No.1、18-27、2007
- 10) K.Sera, T. Yanagisawa, H. Tsunoda, S. Futatsugawa, S. Hatakeyama, S. Suzuki and H. Orihara. : The

Takizawa PIXE Facility Combined with a Baby Cyclotron for Positron Nuclear Medicine. Int. J. PIXE Vol.2, No.1, 47-55, 1992

- 11) K.Sera and T.Yanagisawa, et al. : Bio-PIXE at the Takizawa facility. Int. J. PIXE Vol.2, No.3, 325-330, 1992
- 12) S.Yokoyama : Data Mining Software "ICONS Miner" for Medical Data analysis. Pro CME2005, 335-340, 2005

Data mining analysis of serum trace elements in hospitalized patients supported by nutrition support team

Yoshinori Miura¹, Yuki Tomisawa², Ryujin Endo³, Kenichiro Ikeda², Koichiro Sera⁴
Shigeki Yokoyama⁵ and Akira Suwabe¹

¹Department of Laboratory Medicine, School of Medicine, Iwate Medical University
19-1 Uchimaru, Morioka 020-8505, Japan

²Department of Surgery, School of Medicine, Iwate Medical University
19-1 Uchimaru, Morioka 020-8505, Japan

³Department of Internal Medicine, School of Medicine, Iwate Medical University
19-1 Uchimaru, Morioka 020-8505, Japan

⁴Cyclotron Research Center, Iwate Medical University
348-58 Tomegamori, Takizawa 020-0173, Japan

Abstract

Recently, Nutrition Support Teams (NSTs) have been spreading throughout Japan. Nutritional assessment is important as an initial step among NST activities, since the patients can be identified based on this assessment whether they need supports by NST or not. Serum trace element is one of the most useful and convenient nutritional indices. The aim of this study is to analyze the relationships between serum trace element values and clinical backgrounds in NST patients by data mining.

The subjects of this study consisted of 29 NST patients who were admitted to our hospital between January 2005 and October 2006. Serum trace elements were analyzed by PIXE method in patients. The data were analyzed by a data mining software, i.e. "ICONS Miner" (Koden Industry Co., Ltd.). The significant "if-then rules" were extracted from the decision trees. The target variable of the decision trees is whether nutritional conditions of the patients are improved or not (Yes/No). The explanatory variables of the decision trees are the values in serum trace elements (Fe, Cu, Zn, Se, Mn) and TTR (transferrin). The analyses demonstrated that the first node of the decision tree was Zn. Therefore, serum Zn value might be the most significant factor among these trace elements in estimating the improvement of nutritional conditions of the patients. In the decision, the second branch was the Fe value, and the Cu the third. The following significant "If-then rules" were extracted from the decision trees.

If-then rule 1:

If serum Zn value $>758.6 \mu\text{g/l}$, then improvement of nutritional condition = Y. (1.00 = 9/9)

If-then rule 2:

If serum Zn value $\leq 758.6 \mu\text{g/l}$ and Fe $\leq 653.2 \mu\text{g/l}$ and Cu $\leq 682.5 \mu\text{g/l}$, then improvement of nutritional condition =

Y. (1.00 = 5/5)

If-then rule 3:

If serum Zn value ≤ 758.6 $\mu\text{g/l}$ and Fe ≤ 653.2 $\mu\text{g/l}$ and Cu > 682.5 $\mu\text{g/l}$ and Se > 119.8 $\mu\text{g/l}$, then improvement of nutritional condition = Y. (1.00 = 3/3)

In conclusion, data mining analysis of serum trace elements was found to be an effective method in assessing the nutritional conditions in NST patients.