

肝機能低下の指標となる BTR(BCAA/チロシンモル比)の臨床活用

肝機能低下の指標、食事療法検討の目安として

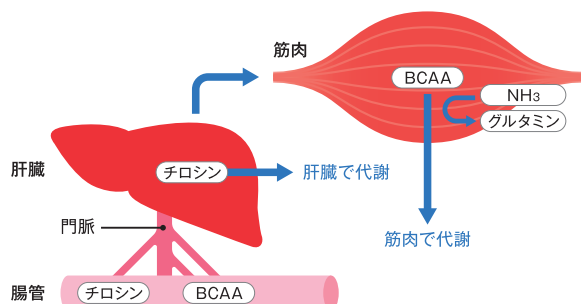
BTR検査とは

チロシン、BCAA(分岐鎖アミノ酸:バリン・ロイシン・イソロイシン)はいずれもアミノ酸で、BCAAとチロシンのモル比がBTRです。チロシンは主に肝臓で代謝されるため、肝機能が低下すると血中濃度が上昇します。一方、BCAAは肝臓に代謝酵素がなく筋肉で代謝されます。

このような代謝部位の違いを利用し、肝臓におけるアミノ酸代謝を正確に把握できる検査がBTRです。

POINT

肝機能正常時のアミノ酸代謝

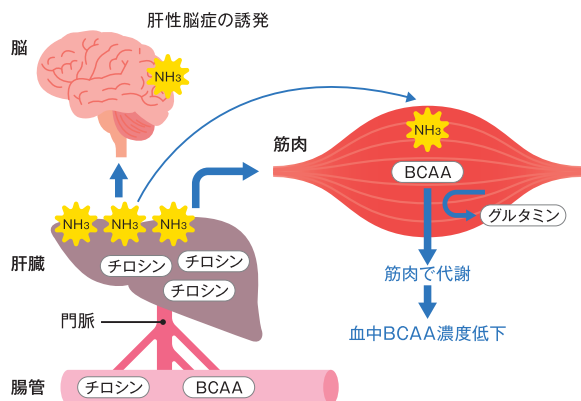


肝臓でのチロシン代謝と、筋肉でのBCAA代謝が正常に行われ、BTRは正常となります。

$$\frac{\text{BCAA正常}}{\text{チロシン正常}} = \text{BTR正常}$$

POINT

肝機能低下時のアミノ酸代謝



肝臓でのチロシン代謝機能が低下するため、血中チロシン濃度は上昇します。肝機能低下による高アンモニア血症を解消するため、筋肉でのBCAA代謝過程でアンモニア1分子を解毒できることを利用し、BCAAが低下します。そのためBTRは低下します。

$$\frac{\text{BCAA低下}}{\text{チロシン上昇}} = \text{BTR低下}$$

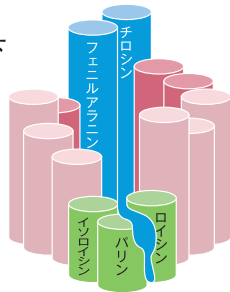
① 肝機能低下の指標として

チロシンは肝臓代謝を直接反映するため、チロシンの高値は「肝機能低下」の明確な指標となります。一方、チロシンが正常であれば、基本的に門脈体循環シャント(PSS)の可能性は低いことが多いです(ただし、タンパクを制限していない食事を摂取しているときのみ)。

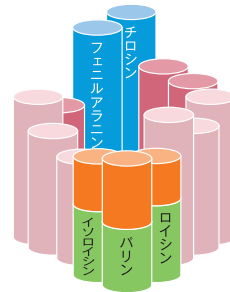
② 肝機能低下時のアミノ酸補充療法の検討に

肝機能低下時にはアミノ酸バランスが崩れます。不足しているアミノ酸を補充することで、タンパク質代謝・高アンモニア血症の改善につながります。

〔肝疾患時〕
タンパク質代謝の低下



〔アミノ酸補充療法時〕
タンパク質代謝や
高アンモニア血症の改善



フェニルアラニン:チロシンの原料となるアミノ酸

検査結果の評価について

〔検査結果と病態のイメージ〕

検査項目	外注検査	院内機器	用途	一般的なプロフィール		
				正常時	肝機能低下時	慢性肝炎・肝硬変に続発する門脈高血圧、腹水、PSS
チロシン	○	—	肝機能低下・PSSの確認	基準範囲内	高値	高値
肝酵素 (AST・ALT・ALP・γ-GTP等)	○	○	肝障害	基準範囲内	基準範囲内～高値	低値～高値
アンモニア (NH ₃)	—	○	肝機能低下・PSSの確認	基準範囲内	基準範囲内～高値	高値
総胆汁酸 (TBA)	○	○	PSSの確認・腸肝循環の異常	基準範囲～高値	高値	高値

[注意] NH₃は、肝機能の重度低下や、先天性門脈体循環シャント・後天性の多発性シャント形成で顕著に高値となることがあります。
また、TBAは、肝機能が低下していなくても、食事や排泄の影響等により、高値になることがあります。

〔チロシン、BCAAの解釈〕

BCAA	高値	正常値～低値	高値	正常値	低値	高値～正常値	低値
チロシン	高値		正常値			低値	低値～正常値下限
解釈	異化亢進を引き起こす肝疾患以外も考慮する	低タンパク食にし、BCAA製剤を大量投与する。肝性脳症に要注意	現在の食事を継続	現在の食事を継続	BCAA製剤を投与	肝疾患以外が疑われる	良質の高タンパク食を給餌する(肝臓に問題がなければ)



鳥巢先生より

よくあるパターン①

Point フォローアップが大切です。こまめにBTRを測定しましょう!



鳥巢先生より

よくあるパターン②

Point 食事のタンパク給餌量が少ないので、お肉を追加してもOK。逆にタンパク制限食を与えているようであれば、それはやめましょう!

【症例①】健康診断目的で来院し、偶発的に肝臓酵素およびNH₃の高値が発見された犬

項目(単位)	結果
ALT(U/L)	532
NH ₃ (μmol/L)	113
TBA【食後】(μmol/L)	18.9

【追加検査】

項目(単位)	結果
BCAA(μmol/L)	384
チロシン(μmol/L)	38
BTR	10.1



鳥巢先生より

Comment

今回のように肝酵素(ALT)・アンモニア高値、TBA正常症例では、BTRの追加測定がおすすめです。肝機能低下に伴う高アンモニア血症時には、チロシンは高くなります。一方、チロシン濃度が正常であれば、アンモニアは測定ミスの可能性が高くなります。

追加で、BTRを測定したところ、チロシン濃度は正常であり、肝機能低下の可能性は低いと判断しました。

【症例②】肝臓の精査を目的とし、来院した犬

【超音波所見】

肝臓が小さくあまりうまく評価できないが、胆嚢は見える限りでは、きれいである。

項目(単位)	結果
T-Bil(mg/dL)	1.2
BCAA(μmol/L)	430
チロシン(μmol/L)	112
BTR	3.8
NH ₃ (μmol/L)	68
TBA【食後】(μmol/L)	100以上
TP(g/dL)	6.2
Alb(g/dL)	3.1
T-Cho(mg/dL)	132
BUN(mg/dL)	22



鳥巢先生より

Comment

この症例は、チロシンの代謝ができていないので、肝機能低下による肝性黄疸の可能性が高く、肝生検が推奨されます。

BCAA製剤の必要性としては、アンモニアが高値でないため、BCAAが消費されていない可能性と、筋肉からの異化亢進で血中濃度が維持されている可能性があります。また、チロシンが高値なため、低タンパク食を給餌したほうが良いです。低タンパク食給餌により、BCAA摂取量が低下するので、BCAA製剤投与により補うことが望まれます。

【症例③】先天性門脈体循環シャントに対し、肝臓療法食により経過観察中の犬で、BTR測定と肝臓療法食の食事療法が治療に役立つ例

項目(単位)	結果
NH ₃ (μmol/L)	70
BCAA(μmol/L)	230
チロシン(μmol/L)	68
BTR	3.3



鳥巢先生より

Comment

肝臓療法食を食べているにも関わらずチロシン濃度がやや高値になってきているため、食事中のタンパク質を代謝できていない可能性が考えられます。そのため、タンパク制限食である肝臓用処方食の継続が必要です。

また、BCAAが極端に低下してきています。アミノ酸バランスが崩れているので肝臓に負担のかからないBCAA製剤の補充により、タンパク合成の活性化が必要です。よって、BCAA製剤を補充し、低タンパク血症の改善を図ります。

[注意]BCAA製剤は、投与後すぐに血中濃度が上がるわけではなく、アンモニアの解毒に使われたり、異化亢進を止めるために使われることより、ある一定期間補充を続けることが重要です。よって、TPやAlbの数値低下がおさまり、改善した時点での給餌量をBCAA製剤投与の適正量と判断します。

検査規格

セット項目名	対象動物	材料/量(mL)	保存方法	報告日数	参考基準範囲
BTR	犬・猫	血清・ヘパ漿/0.3	冷蔵	~2日	BCAA …… 400~600μmol/L チロシン …… 20~50μmol/L BTR …… 8以上 その他の項目に関しては、 検査案内をご参照ください。
BTR+全身スクリーニング	犬・猫	血清・ヘパ血漿/0.5			
胆肝スクリーニング1	犬・猫				
胆肝スクリーニング3(犬)	犬	血清/0.5			

セット内容	TP	Alb	AST	ALT	ALP	T-Bil	BUN	Cre	Glu	T-Chol	TG	TBA	LDH	Amy	Lip	Na	K	Cl	Ca	IP	BTR	γ-GTP	AFP	項目数	
BTR+全身スクリーニング	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	22
胆肝スクリーニング1	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●									●	●		●	14
胆肝スクリーニング3(犬)	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●									●	●	●	●	15