

CKD患者の骨脆弱化要因と 腎臓リハビリテーション

腎臓の主な働き

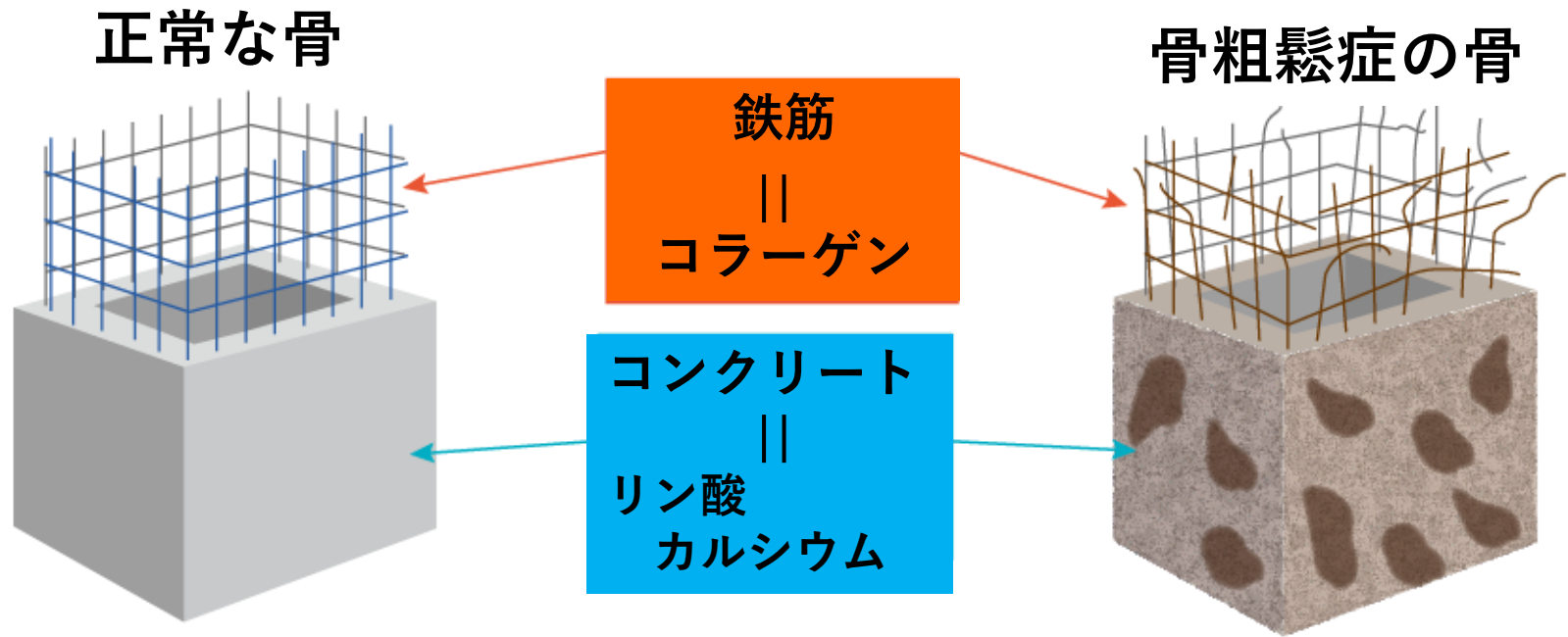
1、体液の調整	尿を多くしたり少なくしたりして、体内の水分量を一定に保つ
2、老廃物の排泄	老廃物を尿として排泄
3、電解質の調節	電解質（ナトリウム、カリウム、カルシウム、リンなど）の濃度や量を調整する
4、酸塩基の調整	血液を弱アルカリ性に保つ
5、ビタミンDの活性化	ビタミンDは腎臓で最終的に活性化され、活性型ビタミンDとなる。ビタミンDはカルシウム、リンのバランスを整え、正常な骨を維持するのに必要なホルモン
6、エリスロポエチンの分泌	赤血球の産生を促すエリスロポエチンを分泌する
7、レニンの分泌	血圧を調整するホルモンであるレニンを分泌する
※5、6、7は内分泌機関としての働き	

CKD(慢性腎臓病)とは？

慢性腎臓病 (chronic kidney disease=CKD)
は慢性に経過するすべての腎臓病を指します。

CKD ステージ	重症度の説明	推算 GFR 値 (ml/分/1.73 m ²)	腎臓の働き	治療法
	ハイリスク群	90 以上 (CKD の リスクファクターを 有する状態で)	    	CKD スクリーニング CKD を軽減させる治療
1	腎障害 (+) GFR は正常 または亢進	90 以上		CKD の診断と治療の開始 合併症 comorbidity の治療 CKD 進展を遅延させる治療 CVD リスクを軽減させる治療
2	腎障害 (+) GFR 軽度低下	60~89		上記に加えて 腎障害進行度の評価
3	GFR 中等度低下	59~30		上記に加えて 腎不全合併症を把握し治療する
4	GFR 高度低下	15~29		上記に加えて 透析・移植を準備する
5	腎不全	15 以下		透析または移植の導入 (もし尿毒症の症状があれば)

骨強度



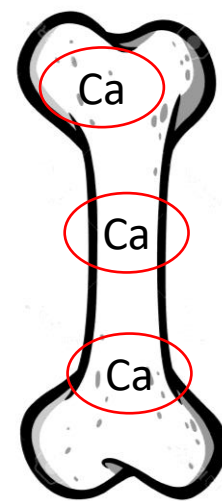
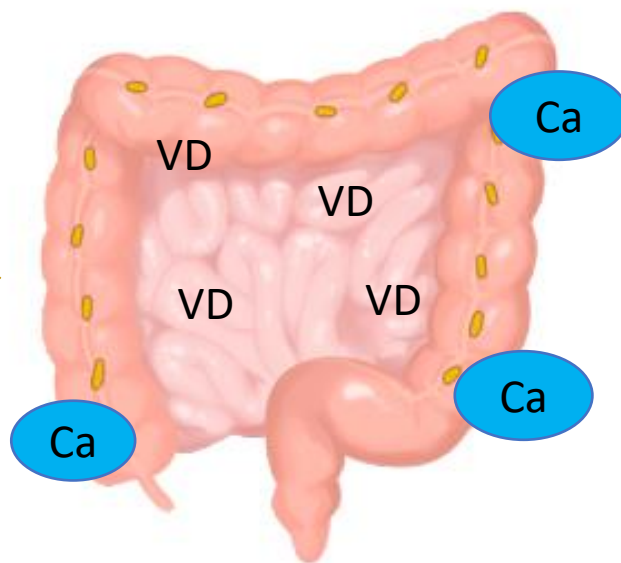
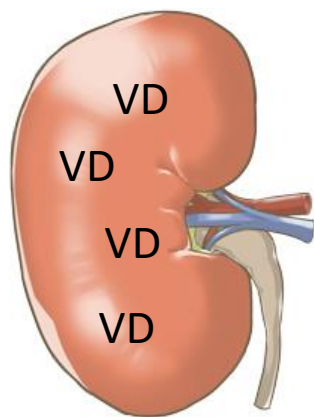
$$\text{骨強度} = \overset{70\%}{\text{骨密度}} + \overset{30\%}{\text{骨質}}$$

CKDで骨折リスクが上昇する主な原因

- ①続発性副甲状腺機能亢進症
- ②ビタミンD欠乏症
- ③低カルシウム血症・高リン血症
- ④酸化ストレスの増大
- ⑤転倒リスクの上昇
- ⑥CKDに伴う栄養障害

腎機能低下が骨代謝に及ぼす影響

正常



活性型ビタミンD産生

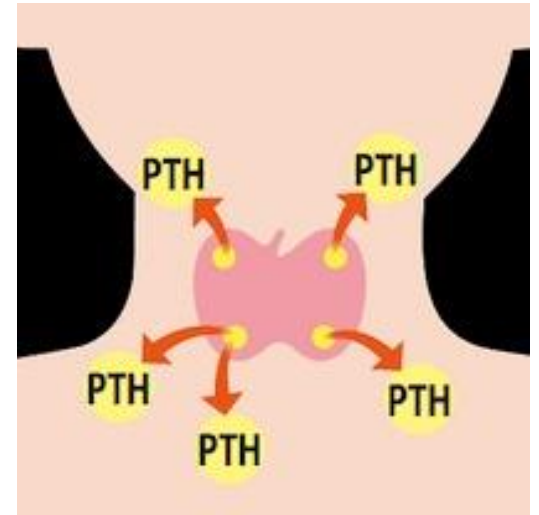
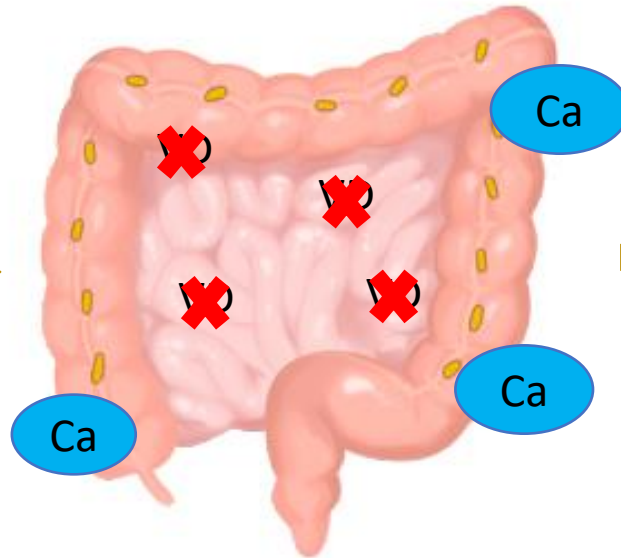
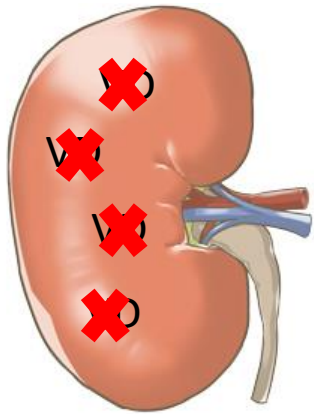
- ・腸管カルシウム吸収↑
- ・血中カルシウム濃度正常

正常な骨代謝回転が保たれる



骨量維持

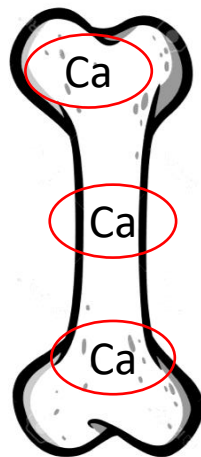
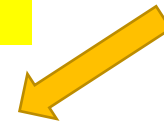
腎機能低下



- ・ 活性型ビタミンD↓
- ・ 血中のリン↑

- ・ 腸管カルシウム吸収↓
- ・ 血中カルシウム濃度↓

副甲状腺からPTH過剰分泌

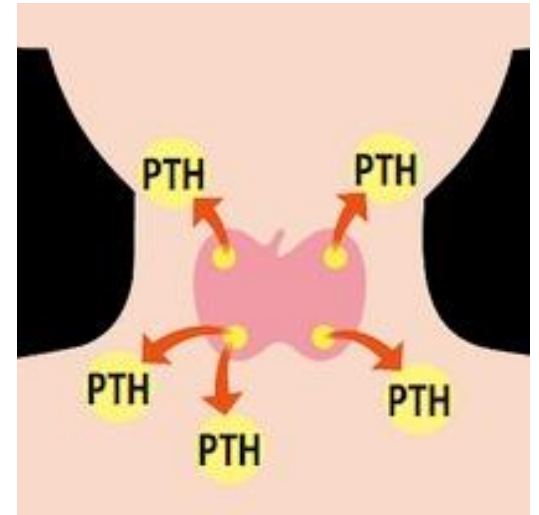
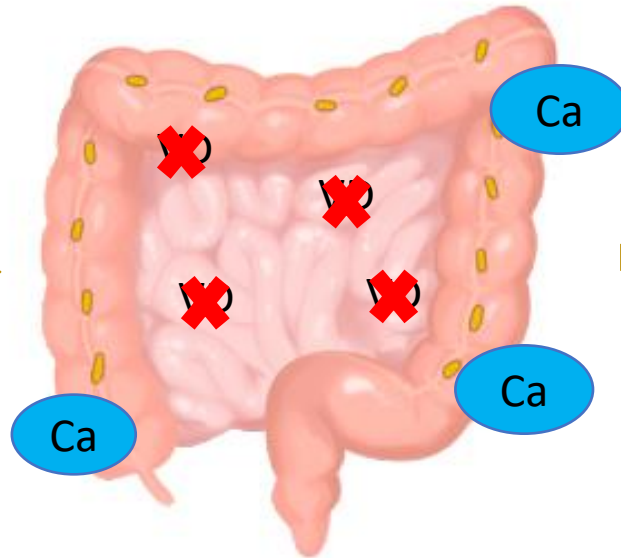
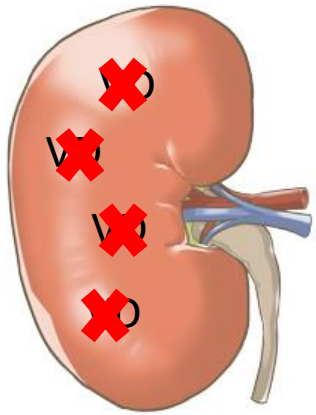


血中カルシウム濃度を上げるため、骨代謝回転を上げてカルシウムを放出



高回転型骨粗鬆症

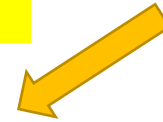
腎機能低下



- ・ 活性型ビタミンD↓
- ・ 血中のリン↑

- ・ 腸管カルシウム吸収↓
- ・ 血中カルシウム濃度↓

副甲状腺からPTH過剰分泌

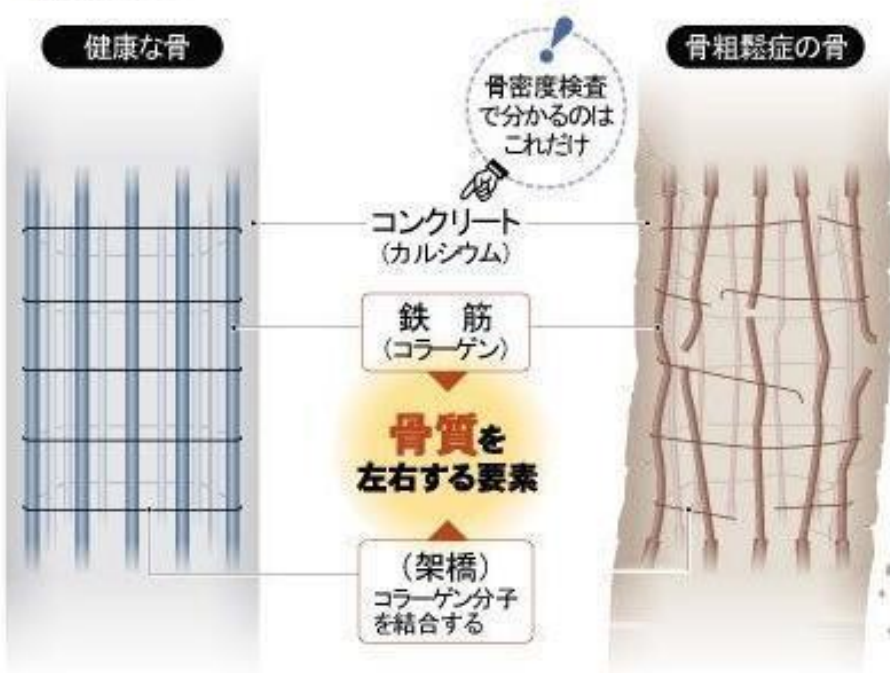


高回転型骨粗鬆症

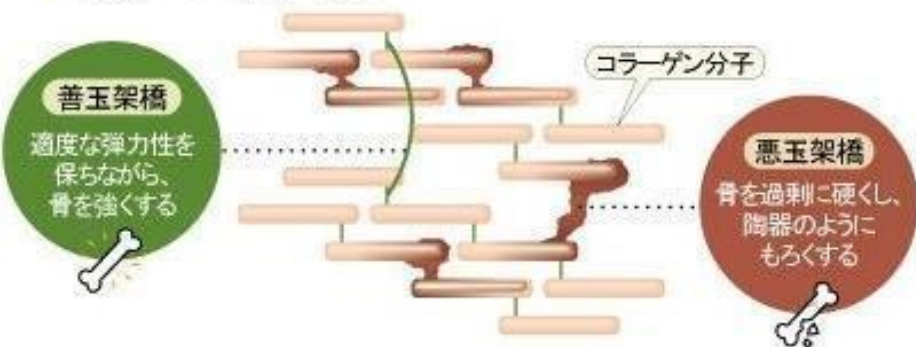
ただし、CKD患者はPTHに対する抵抗性が強く、PTHを基準値まで抑え込んでしまうと逆に低回転型の骨粗鬆症に至ってしまうことも...

終末糖化産物(AGEs)

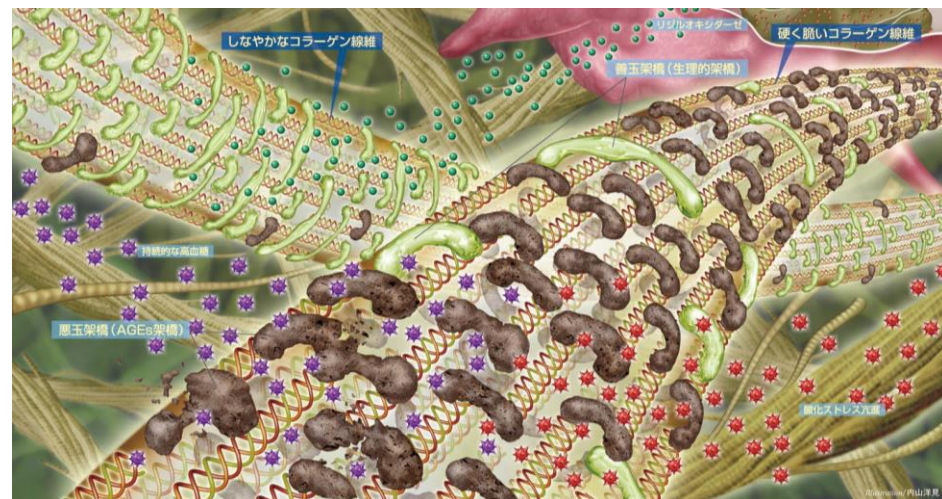
骨を鉄筋コンクリートに
例えると…



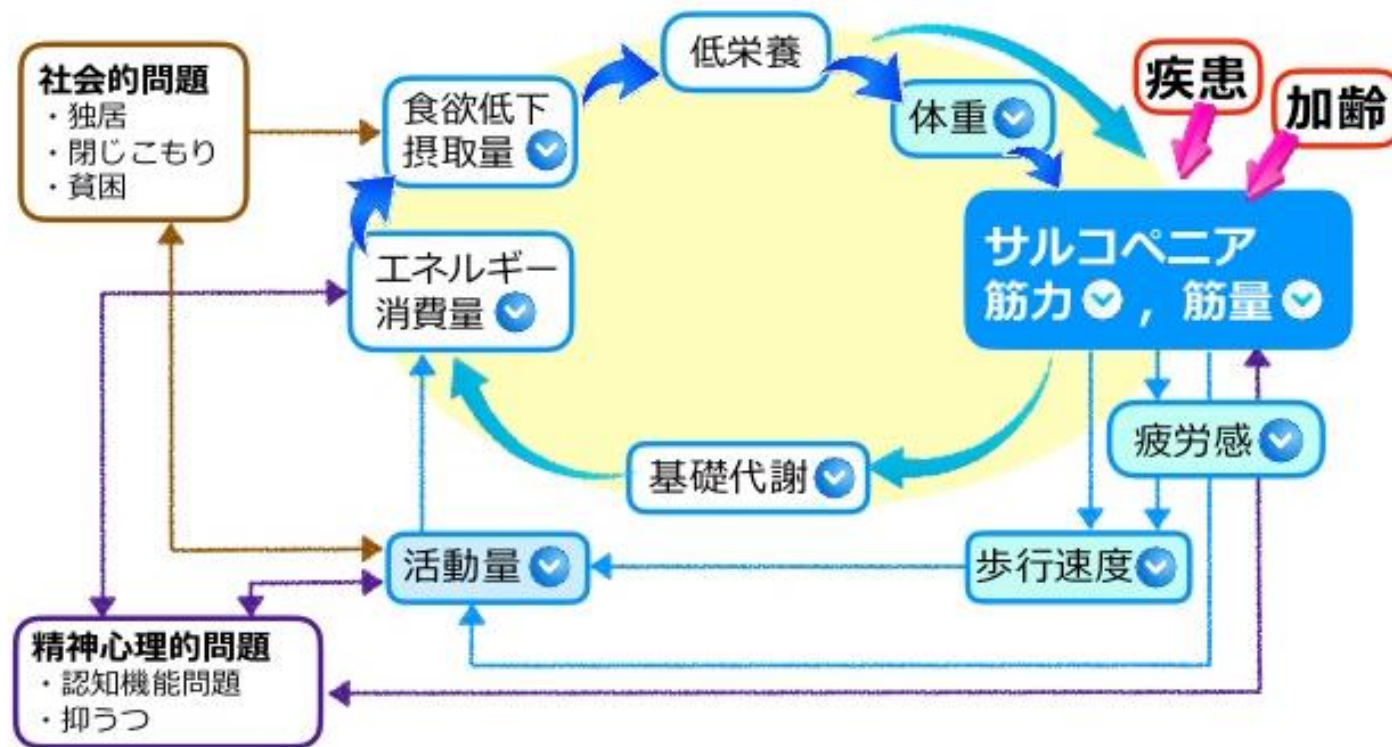
架橋には2タイプある



AGEs は糖化や酸化によって形成される非生理的架橋 (AGEs 架橋) であり、硬いが脆弱で弾力のない架橋である。AGEs は腎機能の低下に伴って蓄積することが知られており、骨質劣化のリスクファクターである。



フレイルティ・サイクル



C K D 患者は食事制限や運動量の減少からフレイルやサルコペニアに陥りやすく、運動機能低下から転倒骨折リスクが上昇する。

CKD患者の骨折



CKD患者の骨折



CKDと骨粗鬆症治療薬

表 2 おもな骨粗鬆症治療薬の CKD 患者への投与上の注意

薬物		保存期腎不全		透析 (CKD-5D)
		GFR ≥35mL/分/1.73m ²	GFR <35mL/分/1.73m ²	
アルファカルシドール, カルシトリオール		病態に応じ使用量を変更		
エルデカルシトール		血清カルシウム濃度上昇に特に注意		
SERM(ラロキシフェン, バゼドキシフェン)		慎重投与		
ビスホスホネート薬	アレンドロン酸	慎重投与		
	リセドロン酸	慎重投与	禁忌(CCr<30mL/分)	禁忌
	ミノドロン酸	慎重投与		
	エチドロン酸	使用回避		
	イバンドロン酸	慎重投与		
	ゾレドロン酸	慎重投与	禁忌	禁忌
エルカトニン		通常投与量可能		
デノスマブ		慎重投与(重度の腎機能障害患者は低カルシウム血症を起こすおそれがある)		
副甲状腺ホルモン薬		慎重投与		
ロモソズマブ		慎重投与(重度の腎機能障害患者・透析を受けている患者は低カルシウム血症が発現しやすい)		

※その他の薬物は注意情報なし

まとめ

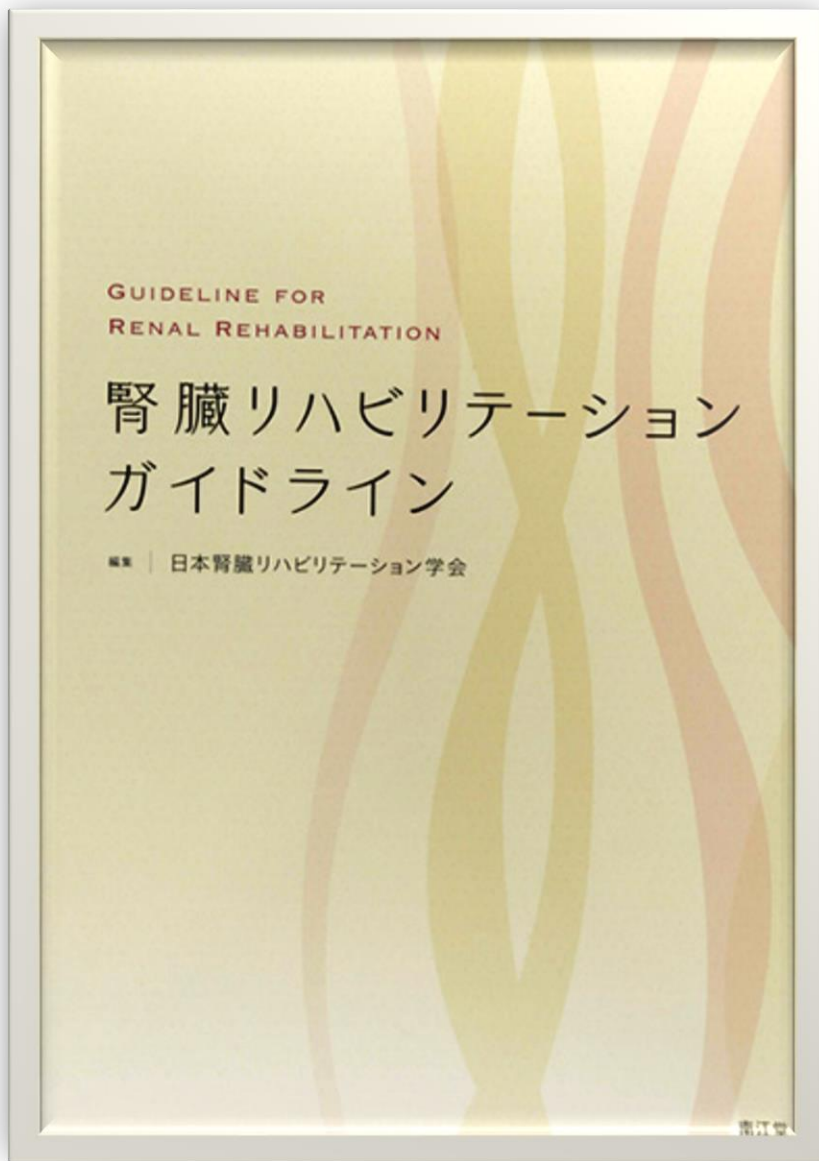
CKD患者は

- ・骨量低下・骨質劣化とともに生じやすい
- ・サルコペニア・ロコモティブシンドロームなどに陥りやすく、易転倒性である
- ・薬物治療が容易に行えない

転倒予防目的で行われる
腎臓リハビリテーションが注目されている

腎臓リハビリテーション【定義】

- 腎臓リハビリテーションとは、『腎疾患や透析医療に基づく身体的・精神的影響を軽減させ、症状を調整し、生命予後を改善し、心理社会的ならびに職業的な状況を改善することを目的として、運動療法、食事療法と水分管理、薬物療法、教育、精神・心理的サポートなどを行う、長期にわたる包括的なプログラム』である。



○透析患者における運動療法は、運動耐容能、歩行機能、身体的QOLの改善が示唆されるため、行う事を推奨する【1B】

慢性腎臓病(CKD)透析患者における運動療法の効果

- 最大酸素摂取量 (Vo2max) の増加
- 左心室収縮能の亢進 (安静時・運動時)
- 心臓副交感神経系の活性化
- 心臓交感神経過緊張の改善
- 蛋白質エネルギー障害 (PEW) の改善
- 貧血の改善
- 睡眠の質の改善
- 不安・うつ・QOLの改善
- ADLの改善
- 前腕静脈サイズの増加 (特に等張性運動による)
- 透析効率の改善
- 死亡率の低下

当院の腎臓リハビリテーション

概要

テーマ：「いつまでも自分の足で透析室へ」

対象患者：透析中の運動療法を希望される外来患者

内容：透析中の運動療法 3回/週 H26.12月～

当院の腎臓リハビリテーションの流れ



運動負荷試験の禁忌

絶対禁忌	1. 2日以内の急性心筋梗塞 2. 内科治療により安定していない不安定狭心症 3. 自覚症状または血行動態異常の原因となるコントロール不良の不整脈 4. 症候性の高度大動脈弁狭窄症 5. コントロール不良の症候性心不全 6. 急性の肺塞栓または肺梗塞 7. 急性の心筋炎または心膜炎 8. 急性大動脈解離 9. 意思疎通の行えない精神疾患
相対禁忌	1. 左冠動脈主幹部の狭窄 2. 中等度の狭窄性弁膜症 3. 電解質異常 4. 重症高血圧 *原則として収縮期血圧>200mmHg,または拡張期血圧>110mmHg,あるいはその両方とすることが推奨されている 5. 頻脈性不整脈または徐脈性不整脈 6. 肥大型心筋症またはその他の流出路狭窄 7. 運動負荷が十分に行えないような精神的または身体的障害 8. 高度房室ブロック

運動負荷試験

- 目的：運動処方、AT(嫌気性代謝閾値)
持久力、負荷時のリスクの確認
- 方法：エルゴメーターを用いてのランブ負荷
10Wから開始
1分毎に5W (1W/12s) 負荷漸増 (手動)
- モニター：心電図、自覚的運動強度 (RPE) 、血圧、
脈拍
- 終了基準：「ややきつい」：RPE13 以上を感じた時点
目標心拍数に到達
中止基準
- 検者：医師、リハビリスタッフ



運動負荷試験の中止基準

1. 症状	狭心症、呼吸困難、失神、めまい、ふらつき、下肢疼痛（跛行）
2. 兆候	チアノーゼ、顔面蒼白、冷汗、運動失調
3. 血圧	収縮期血圧の上昇不良ないし進行性低下、異常な血圧上昇（225mmHg以上）
4. 心電図	明らかな虚血性ST-T変化、調律異常（著明な頻脈ないし徐脈、心室性頻拍、頻発する不整脈、心房細動、RonT、心室期外収縮など）、Ⅱ～Ⅲ度の房室ブロック

運動負荷試験

自覚的運動強度 (RPE)

標示	自覚度	強度 (%)	心拍数 (拍/分)
20	もうだめ	100.0	200
19	非常にきつい	92.9	
18		85.8	180
17	かなりきつい	78.6	
16		71.5	160
15	きつい	64.3	
14		57.2	140
13	ややきつい	50.0	
12		42.9	120
11	楽に感じる	35.7	
10		28.6	100
9	かなり楽に感じる	21.4	
8		14.3	80
7	非常に楽に感じる	7.1	
6	(安静)	0.0	60



カルボーネン法

$(220 - \text{年齢} - \text{安静時心拍}) \times (\text{係数}) + (\text{安静時心拍})$

係数 : 0.3 ~ 0.5

身体機能評価

- TUG (Time Up and Go)
- 片脚立位 (片脚立ち)
- 膝伸展筋力
- 握力
- 柔軟性 (長座位体前屈)
- SPPB



運動療法(透析開始30～60分)

運動処方 **FITT**

Frequency (頻度)

Intensity (強度)

Time (持続時間)

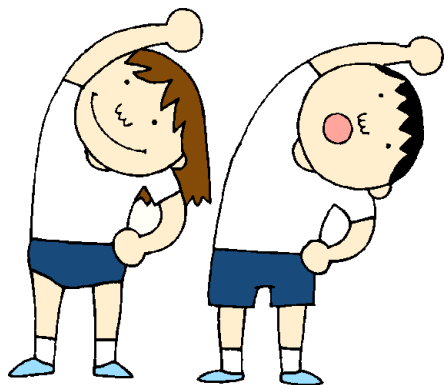
Type (種類)

①ストレッチ：3～5分

②レジスタンス運動：10～15分

③有酸素運動：2分～20分

④ストレッチ：3～5分



運動処方箋

患者氏名： 〇

<運動開始基準>

血圧： / ~ / mmHg

<運動中止基準>

上限心拍： / 分

上限血圧： / mmHg 以上 下限血圧： / mmHg 以下

<ストレッチ>

①足首と膝のほぐし



②お尻と股関節周囲のストレッチ



③股関節周囲のストレッチ



④腰周囲のストレッチ



⑤膝のほぐし



注意事項

<レジスタンストレーニング>

バンド色： なし 黄 緑 青

ギャジアップ角度：

①股関節屈曲 ②足上げ ③股関節外転



④膝伸展

回数： 回

セット



⑤股関節

内転運動

時間： 秒

セット



回数： 回： 回： 回

セット セット セット

<有酸素運動> ギャジアップ角度：レジスタンス運動と同じ

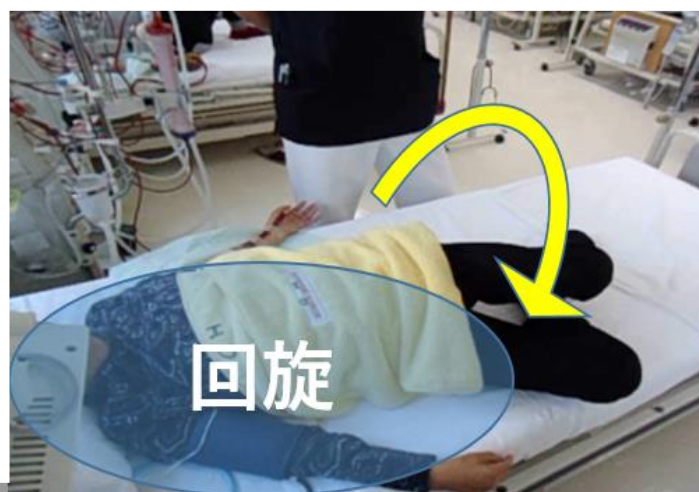
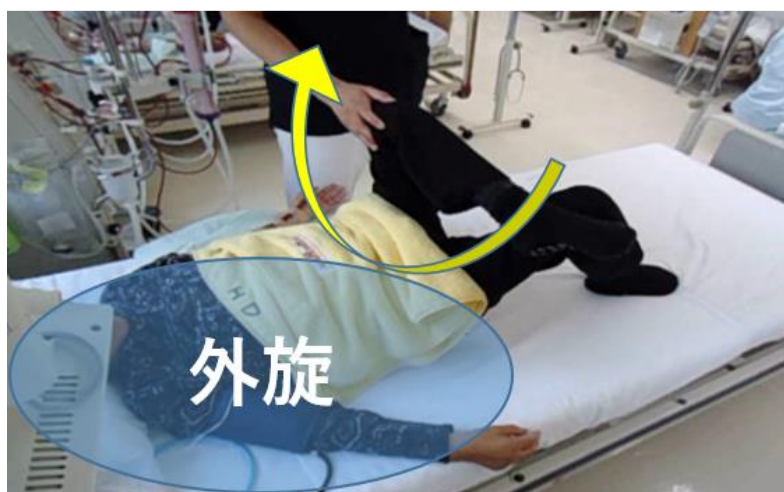
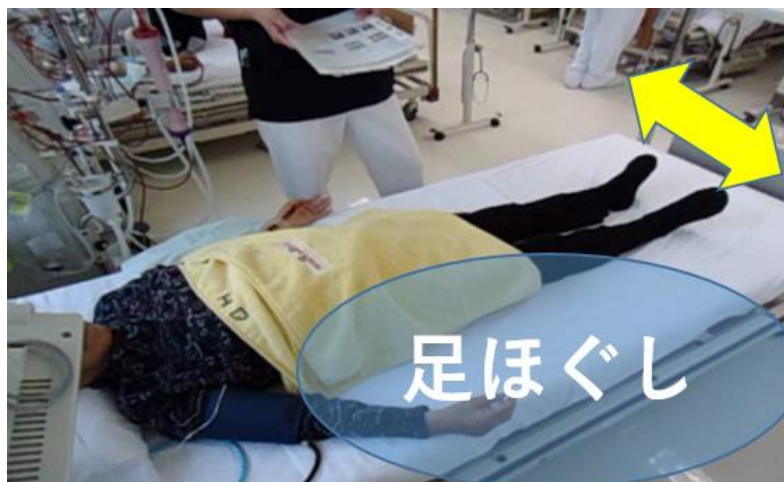
日付			
運動強度 (W ワット)			
運動時間 (分)			
サイン			

注意事項

令和 年 月 日

主治医 印

ストレッチ



レジスタンストレーニング

内容：チューブ、ボール、重錘を使用したレジスタンストレーニング

頻度：週3回

強度：ゴムチューブ：黄・緑・赤を使用 RPE11～13を目安に選定

回数：10回～15回を1セット 疲労度に合わせて最大3セット程度

バンド色： なし 黄 緑 青

ギャッジアップ角度： 度

①股関節屈曲 ②足挙げ ③股関節外転



④膝伸展

回数： 回
セット



⑤股関節

内転運動

時間： 秒
セット



回数： 回 : 回 : 回
セット セット セット

有酸素運動

内容：臥位での自転車こぎ（てらすエルゴ）

頻度：週 3 回

強度：運動負荷試験で得られた心拍数を上限

RPE11～13を目安に選定

時間：2分～30分



記録

腎臓リハビリテーション 体調チェック表

患者名: _____ 開始基準: _____ / _____ mmHg 以上 _____ / _____ mmHg
 中止 上限脈拍: _____ 上限血圧: _____ / _____ mmHg 下限血圧 _____ / _____ mmHg

日付	運動の 意思 (○・×)	開始前				開始 基準 (○・×)	てらすエルゴ				備考
		体温	体調(※1)	血圧	脈		開始前	脈	終了時	脈	
/ ()		℃		/			/		/		
/ ()		℃		/			/		/		
/ ()		℃		/			/		/		
/ ()		℃		/			/		/		
/ ()		℃		/			/		/		
/ ()		℃		/			/		/		
/ ()		℃		/			/		/		
/ ()		℃		/			/		/		
/ ()		℃		/			/		/		
/ ()		℃		/			/		/		
/ ()		℃		/			/		/		
/ ()		℃		/			/		/		
/ ()		℃		/			/		/		
/ ()		℃		/			/		/		
/ ()		℃		/			/		/		
/ ()		℃		/			/		/		
/ ()		℃		/			/		/		

* 運動翌日の疲労具合を確認し、負荷を調整

* 運動が安定して行えれば、リハスタッフから透析スタッフへバトンタッチ

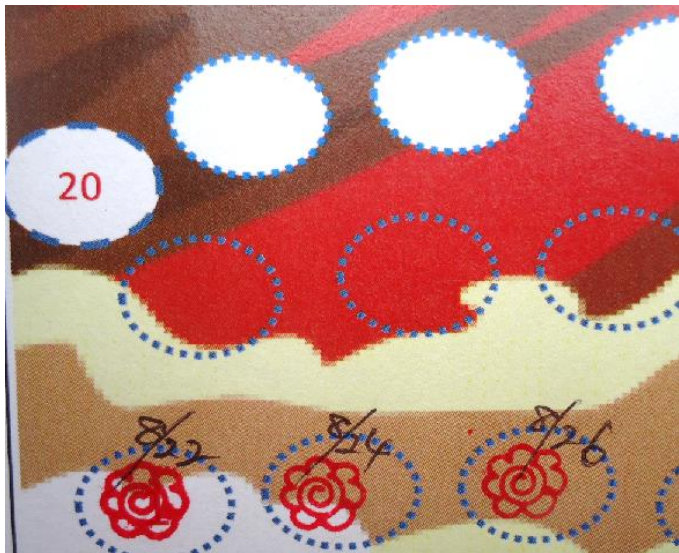
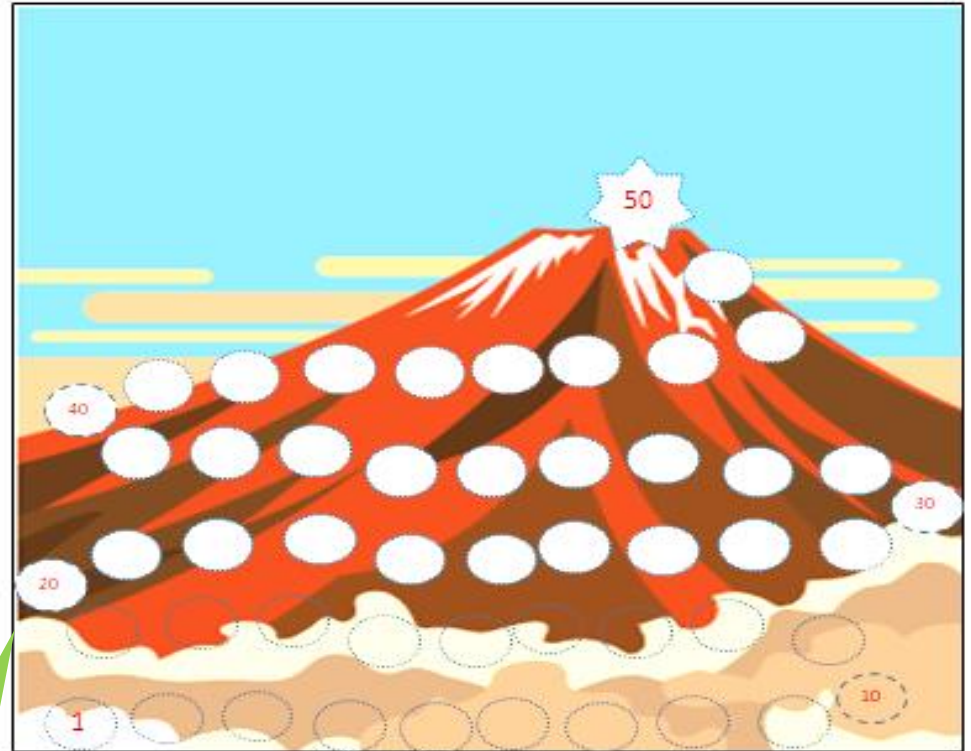
腎リハ手帳の運用

腎リハ手帳



医療法人社団
尾崎病院 OSAKI HOSPITAL

様



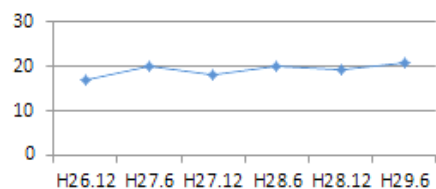
運動終了後に、
スタッフが日
付の記入とス
タンプを押す。



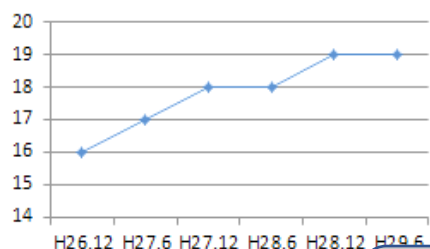
身体機能の推移



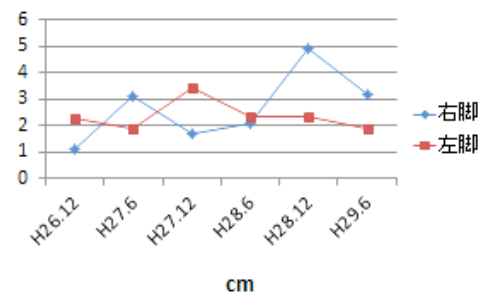
握力



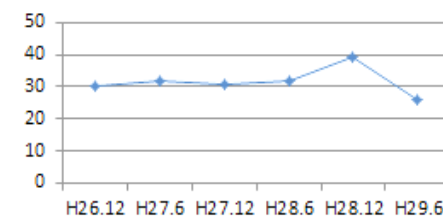
下肢筋力



片脚立ち



柔軟性

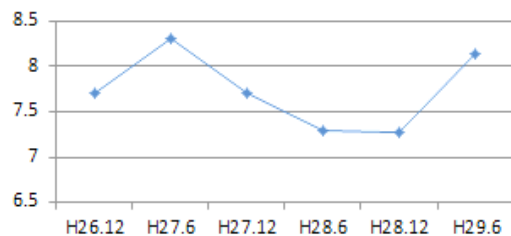


身体機能の経過

Time up and Go テスト



6メートル歩行 所要時間



13.5秒以上かかると転倒の危険性があります

おわりに

- 約5年半、透析中の運動療法を実施
- 継続されている方は効果あり（運動機能、QOL）
- 入院された後のリカバリーが良い
- DM,CKD患者への介入も課題
- 細く長く、無理をせず（スタッフも）

