

Kyunghee Manual of Internal Medicine

내분비



경희의대 내과 학술사업단

목 차

① 당뇨병(Diabetes mellitus)	1
1. 당뇨병의 선별검사	1
2. 당뇨병의 진단기준	1
3. 당뇨병의 진단 및 합병증 검사	2
4. 당뇨병의 치료	19
5. 급성합병증의 치료	23
6. 수술 전 혈당 조절	24
7. 기타 약물 요법	25
② 갑상선 질환(Disorder of thyroid gland)	27
1. 갑상선 기능 항진증	27
2. 갑상선 기능 저하증	31
3. 갑상선 결절의 진단과 치료	33
4. 갑상선암 수술 후 방사선 요오드 치료	35
③ 골다공증(Osteoporosis)	39
1. 골밀도 검사의 적응증	39
2. 골다공증에 의한 골절의 위험인자	39
3. 골다공증의 진단	40
4. 골다공증의 치료	40
④ 고지혈증(Dyslipidemia)	43
1. 진단(ATPIII Lipid and Lipoprotein Classification)	43

2. 치료 목표	43
3. 치료	44
[5] 대사증후군(Metabolic syndrome)	47
1. 진단 기준	47
[6] 부신 질환(Disorder of adrenal gland)	48
1. Cushing's syndrome	48
2. Primary aldosteronism	52
3. Adrenal insufficiency	56
4. Pheochromocytoma	58
5. Evaluation of Adrenal Incidentalomas	60
[7] 뇌하수체 질환(Disorders of the Pituitary)	61
1. Acromegaly	61
2. 복합뇌하수체 자극 검사	63
(Combined anterior pituitary test)	
3. Panhypopituitarism	65
■ 신장	67

1 당뇨병(Diabetes mellitus)

1. 당뇨병의 선별검사 (ADA 2006, KDA 2007)

- 공복혈당 혹은 경구당부하검사
- 40세 이상 성인이거나 위험인자가 있는 30세 이상 성인에서 매년 시행
- **제2형 당뇨병의 위험인자**

1. 과체중(체질량지수 23 kg/m^2 이상)
2. 직계 가족(부모, 형제자매)에 당뇨병이 있는 경우
3. 공복혈당장애나 내당능장애의 과거력
4. 임신성 당뇨병이나 4 kg 이상의 거대아 출산력
5. 고혈압($140/90 \text{ mmHg}$ 이상, 또는 약제 복용)
6. HDL 콜레스테롤 35 mg/dL 미만 혹은 중성지방 250 mg/dL 이상
7. 인슐린 저항성(다낭난소증후군, 흑색가시세포종)
8. 심혈관 질환(뇌졸중, 관상동맥질환 등)

2. 당뇨병의 진단기준(ADA 2006)

- Symptoms of diabetes plus random blood glucose $\geq 200 \text{ mg/dL}$ or
- Fasting(least 8 hrs) plasma glucose $\geq 126 \text{ mg/dL}$ or
- Two-hour plasma glucose $\geq 200 \text{ mg/dL}$ during an OGTT
- In the absence of unequivocal hyperglycemia and acute metabolic decompensation, these criteria should be confirmed by repeat testing on a different day
- mg/dL 의 수치를 18로 나누면 mmol/L 가 된다.
- IFG(FPG $100 \sim 125 \text{ mg/dL}$), IGT($140 \sim 199 \text{ mg/dL}$ 2 hr after a 75 g OGTT): 진단 후 5년 동안 25~40%에서 2형 당뇨병으로

진행하고 심혈관계 질환의 위험도가 증가한다. lifestyle modification이 2형 당뇨병으로 진행되는 것을 예방하거나 지연시킬 수 있다.

3. 당뇨병의 진단 및 합병증 검사

➤ 당뇨병 진단은 routine chemistry, lipid profile, 키, 몸무게, BMI 등을 측정하고 필요시 OGTT 시행하여 c-peptide, AIR, HOMA_{IR} 등을 확인하고 2형 당뇨병 환자는 진단 당시와 적어도 1년에 한번은 당노합병증 검사를 시행한다.

① OGTT

- 당뇨병의 진단과 인슐린 분비능을 알기 위해 시행한다.
- 아침 공복에 무수 포도당 75 g이 150 mL물에 용해되어 있는 상품화된 포도당 용액을 5분 이내에 마신 후 포도당 복용 전과 30, 60, 90, 120분에 채혈하여 혈당, 인슐린, 그리고 c-peptide를 측정한다.
- 급성질환이 있는 경우에는 2주간 이상 경과 후 시행한다. 티아자이드 이뇨제, 경구피임제, 페니토인 등의 혈당에 영향을 주는 약제 복용은 가능하면 검사 전 3일간 복용을 중지한다.
- OGTT 처방의 실제

D	M	Code	처 방 명	용법/검체	1회용량	일수	E	S	R	N
1		S/O	금일 OGTT 시행			1				
1		S/O	MNNPO FOR OGTT			1				
1		YGLU	1BT/75GM Diasol S 75GM/150ML	(1회)의 사지시대로	1 BT	1				RE
1		FNSB	1PG/1000ML Normal saline 1L	(1회) IV QD(진료과)	1 PG	1				
1		EF0GT	경구당부하 및 인슐린분비능 검사		1	1				

- 혈당 측정은 당분해 방지제(NaF/EDTA)가 들어있는 시험관에 채혈하여 혈장을 분리(혈청으로 측정할 수 있으며 혈장보다 낮다)한다. 인슐린과 C-peptide는 혈청에서 측정하도록 한다.

② Glucagon 자극 검사

- 인슐린을 중단하기 곤란한 당뇨병 환자에서 내인성 인슐린 분비능을 알아보기 위해 OGTT 대신 시행하는 검사이다.
- Glucagon 1 mg(I-GLCG)을 정맥 주사하고 0분과 6분의 혈청 C-peptide를 측정한다.(ESCP2 C-pep-0,6m) 6분 후 혈청 C-peptide가 4~10 ng/mL이면 정상이다.

③ HbA1c

- 최근 2~3개월의 glycemic Hx을 반영하며, 자가 혈당 측정과 상호 보완적이다.
- 검사 결과 해석 시에는 Hemoglobinopathies, anemia, reticulocytosis, transfusions, uremia 등의 유무를 고려해야 한다.
- Initial evaluation시 측정하고, Glycemic goal 달성시 최소 1년에 2회 이상, Glycemic control 잘 안되거나, 최근 치료 변경되었거나, type 1 DM에서는 3개월마다 시행한다.

④ 자가항체

Type 1 DM 진단에 사용되며, Anti-GAD Ab(83 VM), IA2 (83VN)를 검사한다.

⑤ Insulinogenic index / HOMA-IR

A. insulinogenic index

Early phase insulin secretion(the insulinogenic index) was calculated by $[(30 \text{ min insulin} - \text{fasting insulin}) / (30 \text{ min glucose} - \text{fasting glucose})]$: 정상>0,5

B. HOMA-IR

= $[\text{fasting insulin(mU/L)} \times \text{fasting glucose(mmol/L)}] / 22,56$: 높은 HOMA-R은 (2.5 이상) 높은 인슐린 저항성을 나타낸다. (정상: 1.5 이하)

- 인슐린 사용하는 환자에서는 HOMA-IR 적용 불가

⑥ 합병증 검사

A. Microvascular complication

1. Diabetic Retinopathy: 제1형 당뇨병 환자는 당뇨병 발병 후 3~5년 이내에, 제2형 당뇨병 환자는 당뇨병 진단 즉시 안저 검사를 받아야 하며 이후로 매년 정기적인 안저 검사(TF652B)를 받아야 한다.

성명	영양분별학	교과수	기생충	노산학	핵심영역학	대상영역학	영양선소
이민우	영양분별학	특수영역학	초음향	NMR, CT	당뇨병학 I	당뇨병학 II	내과사정
박지영	내과사정	외과사정	영상의학	안도환영학 I	영상영역학	LIS 영상학	영상의학
10978397	영문은	250710-2173114	GR / 84.4		통합 검사 결과	LIS 검사 결과	Program

환자정보	파독정보
병력번호 10978397	CODE 명 칭 처방의 E DPT 병동 촬영일자 파독(1) 파독(2)
성 명 영경순	TF653N FAT ANALYSIS(O) 우정택 IE N(285
	TF652B 안전촬영(약속) 우정택 IE N(285
	84PWC 비강인상 동맥경화 검사 우정택 IE N(285

SEX/AGE 여 / 84.4

진료환자정보		진료과목		내원일	환자성명	환자번호
생년월일	입원병원명	노감사	진료내역	내원시간	내지군	환자성명
성별	입원병실명	특수한정	초진분류	MRI, CT	검찰청장	환자성명
직업	재고자산	지리정보시스템	중환자실	복합영상	220.0.0.0.1	환자성명
보통진료	재고자산	지리정보시스템	중환자실	복합영상	220.0.0.0.1	환자성명

11316476 이상환 311013-168719 남자 78.1

병력번호	11316476	발신일	Slip	결과	검사	의뢰자	Height(cm)	
성명	이상환	20081117	754	*	*	1698	발주의사/Prof	11008 5809
Sex/Age	M/78	20080526	477	*	*	1698		
Inpt/병종/Room	IE	20070723	1120			1698		
의과/의	20080526	검사일	20080527			TF652B	안지혈형(양측)	
		보고일	20080530					

자율산전 산전관속도 간유전자차 재구분분석 비염소속특 안지혈형(과거) 발간자소전

* 안지 혈형은 당노 합병증II Pacs 결과계로 영상으로 확인하세요!!

우 안	좌 안	견고사항
○ No apparent DR(정상)	○ No apparent DR(정상)	C 6개월~1년마다 추적검사 필요
○ Mild nonproliferative DR	○ Mild nonproliferative DR	C 안과 전문의 진료의뢰 필요
○ Moderate nonproliferative DR	○ Moderate nonproliferative DR	
○ Severe nonproliferative DR	○ Severe nonproliferative DR	
○ Proliferative DR	○ Proliferative DR	

우 안	좌 안	시력검사(교정)
○ DME absent (황반부종 없음)	○ DME absent (황반부종 없음)	우안 _____ 좌안 _____
● DME present(황반부종 있음)	● DME present(황반부종 있음)	

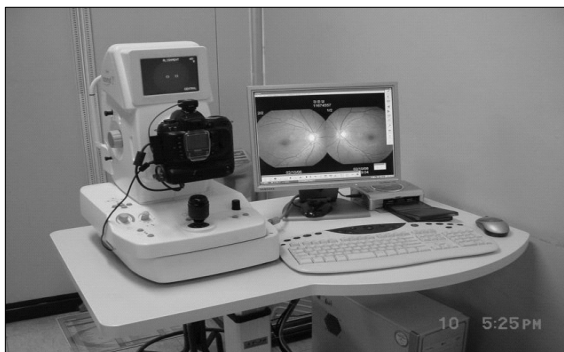
REMARK

3. 판독 불가능

우안 좌안

[백내장 의심] 기타(광공동증 시력상대등) [백내장 의심] 기타(광공동증 시력상대등)

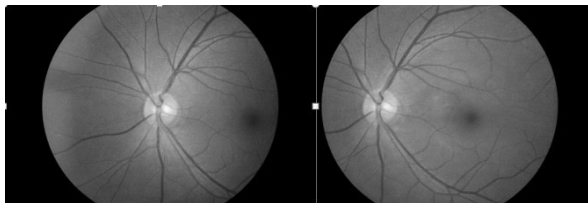
1) 안저 촬영 기계



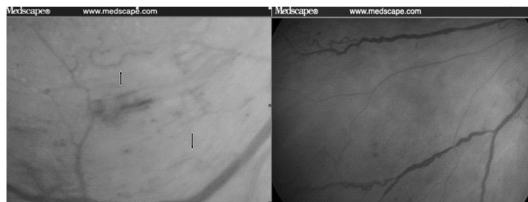
2) 안저 촬영 방법

대부분 산동을 하지 않으나 백내장 수술을 받았거나 레이저 광응고술을 받은 경우에는 mydriatics 1회 점안하여 산동을 시키고 안저 검사를 한다.

〈정상안저(좌안)〉

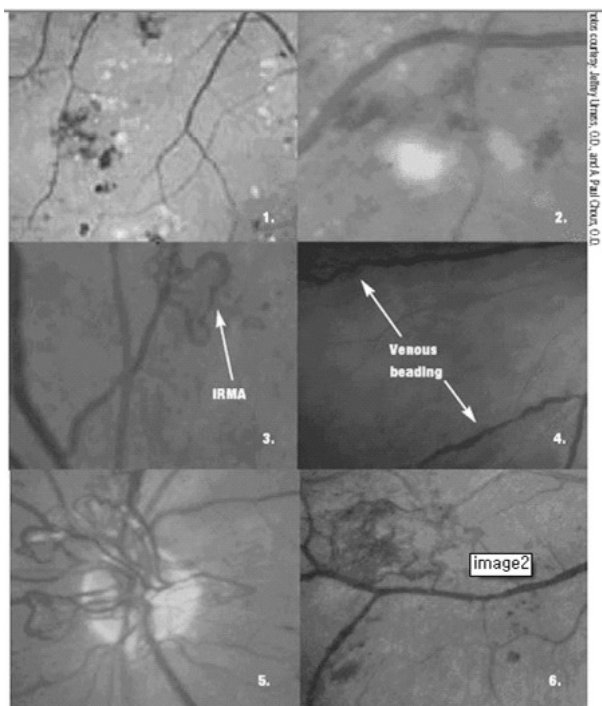


〈안저출혈〉



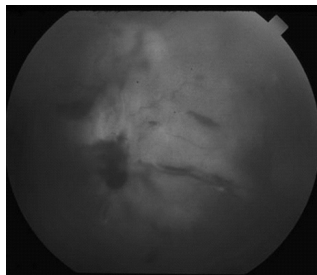
1. Retinal hemorrhage and IRMA(와상표)

2. 심한 정맥 beading

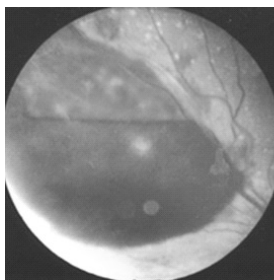


Figures 1-6: Clinical signs of diabetic retinopathy. 1. Microaneurysms, dot-and-blot hemorrhages, and hard exudates. 2. Cotton-wool spot formation. 3. Intraretinal microvascular abnormalities (IRMA). 4. Venous beading. 5. Proliferative diabetic retinopathy—neovascularization of the disc (NVD). 6. Proliferative diabetic retinopathy—neovascularization elsewhere (NVE).

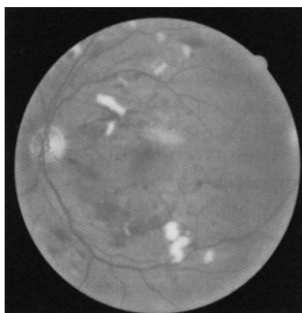
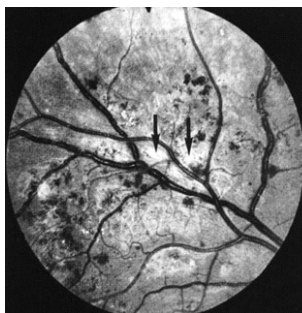
<vitreous hemorrhage>



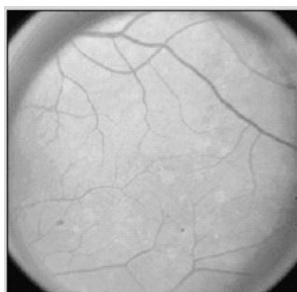
〈periretinal hemorrhage〉



〈soft exudates (cotton wool patch)〉



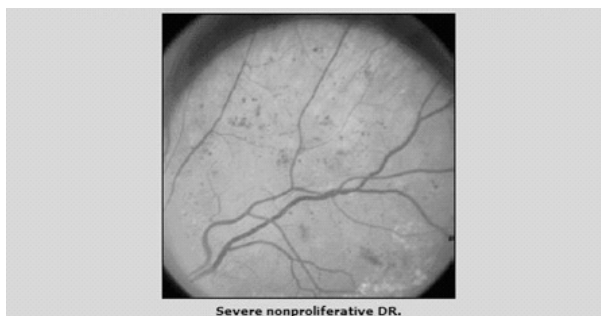
〈당뇨병성 망막병증의 분류〉



Mild nonproliferative DR.



Moderate nonproliferative DR.



International Clinical Diabetic Retinopathy(DR) Disease Severity Scale

Proposed Disease Severity Level	Findings Observable With Dilated Ophthalmoscopy
No apparent DR(정상)	No abnormalities(이상소견 없음)
Mild nonproliferative DR (경한 비증식성 당뇨병성망막증)	Microaneurysms only (미세혈관류만 존재)
Moderate nonproliferative DR (중등 비증식성 당뇨병성망막증)	More than “mild” but less than “severe” (경한정도와 심한정도의 당뇨병성 망막증 사이)
Severe nonproliferative DR (심한 비증식성 당뇨병성망막증)	Any of the following(다음 중 1개) <ul style="list-style-type: none"> - 20 or more intraretinal hemorrhages in 4 quadrants (안저의 4/4분위에 걸쳐 20개 이상의 망막내 출혈) - Definite venous beading in 2 or more quadrants (안저의 2/4이상의 부위에 분명한 정맥의 beading) - Prominent IRMA in 1 or more quadrants and no neovascularization (1/4 이상에서 분명한 IRMA존재, 신생혈관 없음)
Proliferative DR (증식성 당뇨병성망막증)	1 or more of the following: (다음중 1개 이상) <ul style="list-style-type: none"> : Definite neovascularization(분명한 신생혈관) : Preretinal or vitreous hemorrhage (전망막출혈, 유리체 출혈)

3) Diabetic Nephropathy

당뇨병성 신증의 조기진단과 신증의 진행을 평가하기 위해 Microalbuminuria(82UKSP, 82UK3, 82UK24), 또는 24hr proteinuria(22BO+22BQ)를 측정한다. 24시간 소변의 수집이 정확하지 않기 때문에 무작위 소변에서 알부민/크레아티닌 비 측정이 가장 선호되는 방법이다. 6개월 동안 3회의 검사에서 적어도 2회 이상 증가되어 있어야 미세단백뇨라고 확진할 수 있다. 무작위 소변에서 protein이 검출되면 24시간 소변을 모아 protein 양을 측정한다.

코드	검체	microalbuminuria
82UKSP	Spot urine	30~299 ug/mg Cr
82UK3	3hrs urine	20~199 ug/min
82UK24	24hrs urine	30~299 mg/day

[illegible]

4) Diabetic Neuropathy

모든 당뇨병 환자는 진단 당시에 원위부 대칭형 다발성신경병증에 대한 선별검사를 시행하고, 그 이후에는 최소한 일년에 한번씩 선별검사를 시행한다. 신경병증에 대한 전기생리학적인 검사방법은 신경병증의 임상양상이 전형적이라면 반드시 시행할 필요는 없다. 당뇨병성 자율신경병증에 대한 선별검사는 제2형 당뇨병인 경우 당뇨병 진단 후 3~5년이 지나면 시작하고 그 이후에는 최소한 일년에 한번씩 선별검사를 시행한다.

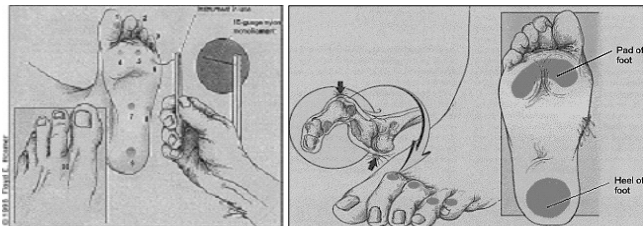
신경전도검사(상지: 84NCVU, 하지: 84NCVL(주로 이를 시행함), 상하지: 84NCVM), 자율신경기능검사(84GK: 5단계, 84GKS: 3단계), 전류인지역치검사(84CPT4: Toe, Finger/84CPT2: Toe)를 시행한다.

<내분비 검사실에서 시행하는 신경 관련 검사들>

1) Touch pressure

- 10g monofilament
- 누르고 있는 것을 느끼십니까?
- 어디를 누르고 있습니까?

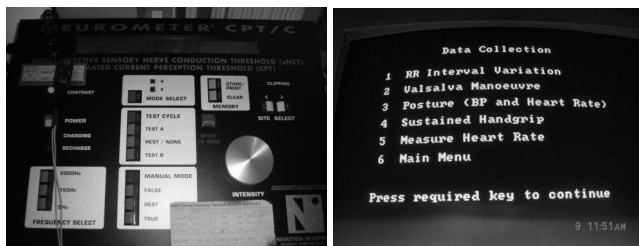
6회 반복



자율신경(불교류)	신경전도속도(불교류)	전류인자역치(불교류)	체구성분비	비협응적특성	안지혈증	불경사초경(불교류)
1. 발의 시진 소견						
	오른 발		왼 발			
굳은살	<input type="checkbox"/> 유	<input type="checkbox"/> 무	<input type="checkbox"/> 유	<input type="checkbox"/> 무		
디논	<input type="checkbox"/> 유	<input type="checkbox"/> 무	<input type="checkbox"/> 유	<input type="checkbox"/> 무		
무좀	<input type="checkbox"/> 유	<input type="checkbox"/> 무	<input type="checkbox"/> 유	<input type="checkbox"/> 무		
열증이나 개형	<input type="checkbox"/> 유	<input type="checkbox"/> 무	<input type="checkbox"/> 유	<input type="checkbox"/> 무		
괴저	<input type="checkbox"/> 유	<input type="checkbox"/> 무	<input type="checkbox"/> 유	<input type="checkbox"/> 무		
기타 특이사항입력						
2. 10g 모노필라멘트 검사 (압력감각검사) 소견						
오른쪽						
[6] 점/10점						
판정 <input checked="" type="radio"/> 점 상 <input type="radio"/> 감각저하						
왼쪽						
[6] 점/10점						
판정 <input type="radio"/> 점 상 <input checked="" type="radio"/> 감각저하						
(판정: 6점이상-정상, 6점미만 -감각저하)						

2) 자율 신경 검사

Autocraft system 기계(UnivEd Technologies Ltd, Edinburgh, UK)로 5가지 검사를 시행한다. 기립이 가능해야 시행할 수 있다.



① RR Interval Variation 검사 방법

환자가 누운 상태에서 5분 이상 안정을 취한 후 분당 6회 정도의 일정한 속도로 심호흡을 1분간 반복하게 하여 흡기시의 최소 R-R 간격으로 최대박동수를 구하고 호기시의 최대 R-R 간격으로 최소 박동수를 측정하여 그 차이의 비를 구한다. 15이상의 차이가 있을 때 정상으로 본다.

② Valsalva Test

압력계를 이용하여 40 mmHg의 압력으로 불게 하여 15초 동안 호기를 유지하게 한 후 갑자기 중단하고 중단 후 20번째의 박동수내에서 가장 긴 R-R간격과 발살바 시행 중에 가장 짧은

R-R간격의 비율로 평가(3회 반복 시행하여 평균값) 비율이 1.21 이상 일 때 정상

③ Sustained Handgrip

BP를 10초마다 3번 측정 후 handgrip Dynanometer를 수 초간 최대한으로 쥐어짜게 한 후 그 힘의 약 30% 정도의 힘을 지속적으로 1분간 유지하게 한 후 10초마다 3번 BP를 측정한다. Diastolic BP가 16이상 증가 시 정상

④ Lying -Standing Heart Rate, Postural Hypotension

누워서 BP측정 후 앙와위에서 직립위로 가능한 빠른 속도로 체위를 변화시킨 후 1분후 BP를 측정한다. 직립위를 취하고 움직이기 시작한 순간부터 15번째 심박동의 R-R간격에 대한 30번째 심박동의 R-R간격의 비(30:15ratio)를 측정한다. BP 변화는 10이하로 변화가 없을 시 정상이다. 심박동수 변화는 1.04이상 변화가 있을시 정상이다.

<결과 판정>

- Normal (47%)
 - All five tests normal, or one borderline
- Early involvement (15%)
 - Heart rate tests: 1/3 abnormal or 2/3 borderline
- Definite involvement (16%)
 - Heart rate tests: $\geq 2/3$ abnormal
- Severe involvement (16%)
 - Heart rate tests: $\geq 2/3$ abnormal +
 - Blood pressure tests: $\geq 1/2$ abnormal or 2/2 borderline
- Atypical pattern (6%)
 - Any other combination of abnormal tests

생년월일	입원일련번호	노검사	가검수	노환자	특수검역관	대생검역관	검역장소
11783933	이재수	20080904	234	9772	1698	11393	5809
성명	이재수	20081113	573	1698	11393	5809	
Sex/Age	F/60	20081113	572	1698	11393	5809	
Doc/병동/Room	IC	검사일	20090907	단기	84CPT4	자율신경검사 (4부위)	
의뢰일	20090904	보고일	20090909	단기	84GK	자율신경검사 (5단계 테스트)	
					84NCVL	하지 신경전도속도검사	

자율신경 (결과유)	신경전도속도 (결과유)	전류인자역치 (결과유)	특수검역관	비밀검역관	안정환자	발생사소견 (결과유)
TEST	Standard	Result				
1. Valsalva maneuver	Normal 1.21 or more	1.06				
2. Lying-standing Heart Rate	Normal 1.04 or more Borderline 1.01-1.03 Abnormal 1.00 or less	1.02				
3. Interval Variation	Normal 15bpm or more Borderline 11-14 Abnormal 10 or less	5				
4. Postural Hypotension	Normal 10mmHg or less Borderline 11-29 Abnormal 30 or more	0				
5. Sustained Handgrip	Normal 16mmHg or more Borderline 11-15 Abnormal 10 or less	0				
Autonomic Score	84GK총점: 0-10점 기준, 84GKS총점: 0-6점 기준	7/10점 기준				
Autonomic Category	84GK경우 해당됩니다.	Definite Involvement				

참고: 1-3 검사: parasympathetic nerve, 4-5 검사: sympathetic nerve
(Autonomic Score 기준: Normal 0점, Borderline 1점, Abnormal 2점)

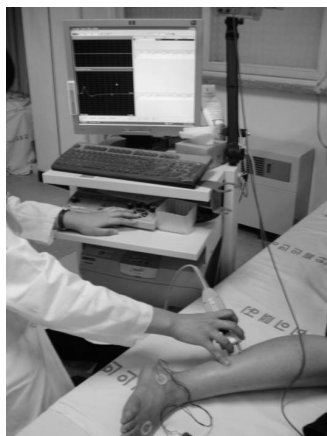
** 84GKS CODE를 넣으면 자율 신경 검사 5가지 중 3가지 즉 Valsalva maneuver, Lying-standing Heart Rate, Postural Hypotension만 할 수 있다.

생년월일	입원일련번호	노검사	가검수	노환자	특수검역관	대생검역관	검역장소
12066205	성대정	20081201	1107	6163	11393	5809	
성명	성대정	20080902	1092	6163	11393	5809	
Sex/Age	F/75	20080902	1092	6163	11393	5809	
Doc/병동/Room	IG	검사일	20090903	단기	84GKS	자율신경검사 (3단계 테스트)	
의뢰일	20090902	보고일	20090909	단기	84NCVL	하지 신경전도속도검사	

자율신경 (결과유)	신경전도속도 (결과유)	전류인자역치 (결과유)	특수검역관	비밀검역관	안정환자	발생사소견 (결과유)
TEST	Standard	Result				
1. Valsalva maneuver	Normal 1.21 or more	1.21				
2. Lying-standing Heart Rate	Normal 1.04 or more Borderline 1.01-1.03 Abnormal 1.00 or less					
3. Interval Variation	Normal 15bpm or more Borderline 11-14 Abnormal 10 or less	9				
4. Postural Hypotension	Normal 10mmHg or less Borderline 11-29 Abnormal 30 or more	0				
5. Sustained Handgrip	Normal 16mmHg or more Borderline 11-15 Abnormal 10 or less	-				
Autonomic Score	84GK총점: 0-10점 기준, 84GKS총점: 0-6점 기준	2/6점 기준				
Autonomic Category	84GK경우 해당됩니다.					

참고: 1-3 검사: parasympathetic nerve, 4-5 검사: sympathetic nerve
(Autonomic Score 기준: Normal 0점, Borderline 1점, Abnormal 2점)

3) 신경 전도 검사



실제 신경 전도 검사 모습

발달검사결과										환자성명
성별	발달영역학	노년사	기분홍	유아사	청소년사	임상연구사	정신분석사	심리평가사	심리상담사	환자성명
재직	일반병력	특수교육	초등교	MRI, CT	당뇨병	22q11.1DBI	정신장애	정신장애	정신장애	환자성명
보조자명	부모자식	지능평가사	발달장애	당뇨병	정신장애	정신장애	정신장애	정신장애	정신장애	환자성명
11316476 이선희 311013-1648719 남 / 78.1										발달검사 결과 [LIS] 검사 결과 [Program]

병목번호	11316476	분류	연령	인	관	경사	위각치	Height(cm)	161
성 명	이선희	20070723	1120						
Sex/Age	M/78	20070718	1137	*	*				
Dpt/Laboratory/Room	IE	20070718	1094						
의 의 일	20070718	검 사 일	20070723	단 기				만족의사/Prof	10598 5809
		보 고 일	20070723	단 기				BANCVL 하 지 신경전도속도검사	
				단 기				BANCMV 상하 지 신경전도속도검사	

자율신경(결과) 신경전도속도(결과) 근골격계지체(결과) 재구성분석 비정상근육활동(결과) 인지발달 발달검사소견

TEST		Standard	Ite	Result
Height(cm)	median motor	2.4 - 3.2 s/s	terminal latency	2.64
		47 - 60 m/s	wrist - elbow	53.1
		24.5±3.1	F - wave	25.3
		1.8 - 2.3 s/s	terminal latency	2.34
161	ulnar motor	49 - 68 m/s	wrist - elbow	57.0
		23.8±3.8	F - wave	25.3
		3.2 - 4.5 s/s	terminal latency	3.61
		43 - 62 m/s	wrist - elbow	47.6
C Left	peroneal motor	43.1±4.7	F - wave	51.0
		3.2 - 4.5 s/s	terminal latency	3.84
		41 - 61 m/s	fibular head-ankle	40.0
		42.8±6.2	F - wave	47.0
Right	median sensory	45 - 68 m/s	finger - wrist	45.8
		55 - 74 m/s	wrist - elbow	61.8
	ulnar sensory	46 - 60 m/s	finger - wrist	40.9
		54 - 74 m/s	wrist - elbow	61.9
참고	sural sensory	34 - 49 m/s	calf	47.9

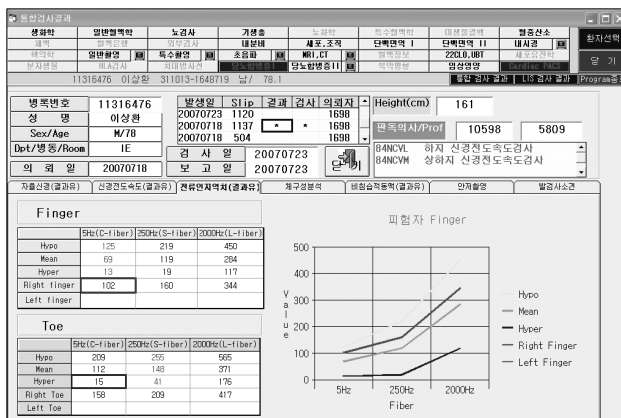
* F-wave, terminal latency : 정상이면보다 길거나 짧아 증가하면 비정상 소견입니다.
* 나머지 Ite는 정상범위보다 감소하면 비정상 소견입니다.

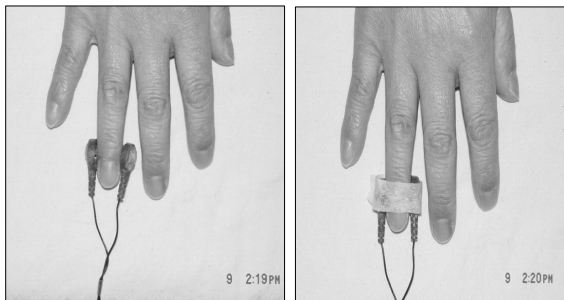
REMARK

4) 전류인지역치검사

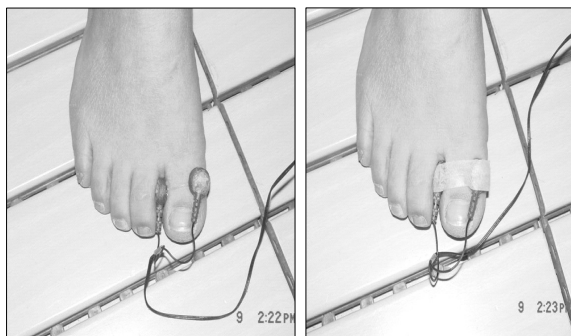


평소에 저리거나 시리고 쥐가 나는 지등 신경학적 증상이 있는지를 물어본 후 한쪽 상하를 검사한다. 특별한 증세가 없거나 양쪽이 같은 증세라면 오른쪽을 검사한다. NEUROMETER 장비를 사용하여 10 mA이하의 미세한 전류 신경 섬유별로 시행하며 한 부위 측정시 3분 정도 걸리며 환자가 자극을 감지 할 수 있을 때까지, 전류를 올린 다음 못 느끼는 시점까지 내린 후 다시 느끼는 시점을 찾는다.





Median/Ulnar Nerves—ring finger—C7/C8



Superficial and Deep Peroneal Nerves—Toe 1 wrap around —L4/L5

B. Macrovascular Complication

1. ABI, Pulse wave velocity(84PWV)

ABI=족수의 최고 혈압/상완의 최고 혈압

PWV=동맥의 길이(실측)/맥파 전파 시간

CAVI=Cardio Ankle Vascular Index(혈압에 의존하지 않는
PWV 계측)

<ABI 결과 판정>

- Normal: 0.91 ~ 1.30
- Mild obstruction: 0.70 ~ 0.9
- Moderate obstruction: 0.40 ~ 0.69
- Severe obstruction: <0.4
- Poor compressible: >1.30

<PWV 결과 판정>

- Normal: 7.9
- Borderline: 8 ~ 8.9
- Atherosclerosis: 9



실제 ABI, PWV 측정 모습

2. Intima-Media Thickness(IMT, CDP01): F/U 환자는 CDP01F로 처방한다.

성명	임상병력학	노출식	기생충	노약자	주요 혈액검사	내과질환력	결핵산소
정지민	원발성	원발성	내장흡충	세로, 조직	단백혈구 I	단백혈구 II	대사기능
부종	원발성	특수종양	조영제	MRI, CT	면역검량	223.0.008	세포도판독
비문	비문			방노환증(II)	박막염	정맥강입	

10978397 일월은 2507101273114 여 / 54.4

환자정보

 병력번호 10978397

 성 명 엄경순

 SEX/AGE 여 / 54.4

파악정보

CODE	명 치	침판(E) OPT	별도 침형 및 판독(1) 판독(2)
31T6E	ABDOMEN & PELVIS SONO	초음향	IE 3N(285)
CDOP1	혈관내중금속	초음향	IE 3N(285)
81B8E	Colo-CT E	초음향	IE 3N(285)

4. 당뇨병의 치료

① 이상적인 혈당조절 목표(ADA 2008)

식전혈당포도당, mg/dL	70~130
식후혈당포도당최고치, mg/dL	<180
당화혈색소, %	<7

② 당노교육

- ▶ 당뇨병 전환은 당뇨병 교육을 받아야 한다.
- ▶ 당뇨병 환자 교육책자 지급(TF650)한다.

분류	교육내용	수가코드	금액
팀교육	당뇨집단교육	JED010	15,000
	당뇨집단교육 + 개별영양교육 (주로 이를 많이 시행함)	JTD011	35,000
	당뇨집단교육 + 개별인슐린교육	JED010 + JED030	25,000
	당뇨집단교육 + 개별영양 + 개별인슐린교육	JTD021	45,000
개별 교육	개별인슐린교육(단독)	JED030	10,000
	개별영양교육(단독) 2회 상담	JND001	20,000
	개별영양교육(단독) 4회 상담	JND003	50,000
	개별영양교육(단독) 9회 상담	JND004	138,000

➤ 개별교육은 복지부 고시안에 위배되므로 가능한 팀교육으로 처방한다.

③ 식사요법

: 과체중 환자에서 칼로리를 제한하는 경우에는 여자의 경우 1,000~1,200 kcal/d, 남자의 경우는 1,200~1,600 kcal/d를 처방한다.

육체적 활동이 거의 없는 환자 : 표준체중 × 25~30(kcal/day) 보통의 활동을 하는 환자 : 표준체중 × 30~35 (kcal/day) 심한 육체활동을 하는 환자 : 표준체중 × 35~40 (kcal/day)
남자의 표준체중(kg) = [키(m)] ² × 22 여자의 표준체중(kg) = [키(m)] ² × 21

④ 운동요법

: 인슐린 감수성을 개선하고, 공복혈당과 식후 혈당을 감소시킨다. 30분 이상 지속할 수 있는 중등도의 유산소 운동을 권유한다.

⑤ 경구혈당강하제

	Mechanism of Action	Agent-Specific Advantages	Agent-Specific Disadvantages	Contraindications /Relative Contraindications
Biguanides metformin	↓ Hepatic glucose production, weight loss, glucose, utilization, insulin resistance	Weight loss	Lactic acidosis, diarrhea, nausea	Serum creatinine >1.5 mg/dL(men) >1.4 mg/dL (women), CHF, radiographic contrast studies, seriously ill patients, acidosis
α-Glucosidase inhibitors acarbose, voglibose	↓ Glucose absorption	Reduce postprandial glycemia	GI flatulence, liver function tests	Renal/liver disease
DPPIV inhibitors vildagliptin	Prolong endogenous GLP-1 action	Does not cause hypoglycemia		Reduce dose with renal disease

	Mechanism of Action	Agent-Specific Advantages	Agent-Specific Disadvantages	Contraindications /Relative Contraindications
Sulfonylureas glimepiride, gliclazide, glipizide	↑ Insulin secretion	Lower fasting blood glucose	Hypoglycemia, weight gain	Renal/liver disease
Nonsulfonylureas nateglinide, repaglinide	↑ Insulin secretion	Short onset of action, lowers postprandial glucose	Hypoglycemia	Renal/liver disease
Thiazolidinediones rosiglitazone, pioglitazone	↓ Insulin resistance, ↑ glucose utilization	Lower insulin requirements	Peripheral edema, CHF, weight gain, fractures, macular edema; rosiglitazone may increase risk of MI	Congestive heart failure, liver disease

Ref.) Harrison's Principles of Internal Medicine

- A) Biguanide(metformin): B-META(250 mg), MET(500 mg), METB(850 mg), METC(1000mg), METXR(서방형)
- B) α -glucosidase inhibitor: acarbose(B-ACBB/A), voglibose(B-VGBA/B)
- C) Dipeptidyl peptidase IV inhibitor: Vildagliptin(B-VIGL), Sitagliptin(B-SIGL)
- D) Sulfonylureas: B-GLCR(서방형), B-GLIM2/3/4, B-GRN
- E) nonsulfonylurea: B-NATB/C(90/120 mg), B-REPA/B/C(0.5 mg/1 mg/2 mg)
- F) thiazolidinediones: B-ROG4, PIOG
- G) 복합제: B-MERA(MET + ROG2), MERB(MET + ROG4), B-MEGMA/B(MET + GLIM)

* 세 가지의 경구약제 사용시 한 가지는 비보험으로 처방할 것

* 자누비아(B-SIGL), 가브스(B-VIGL)는 metformin과 병용시에만

보험 가능

- * TZD 계열의 인슐린과의 병용시 보험규정: 인슐린을 1일 60단 위 이상 투여하였으나 혈당이 잘 조절되지 않는 경우 인슐린과 동 약제만 병용 투여 시 인정

⑥ 인슐린 치료

적응증: 조절되지 않는 체중감소 등 고혈당에 의한 증상, 진단 시 포도당 독성이 현저한 경우($HbA1c \geq 10\%$), 경구약제최대용량에도 불구하고 $HbA1c > 7.5\%$, 제1형 당뇨병, 진행된 만성 신질환이나 간 질환 등

Preparation	용법	Peak (hr)	Effective duration(hr)
Short-acting			
Lispro (Humalog, I-HUMA)	식사 직전 투여	0.5~1.5	3~4
Aspart (Novorapid, I-NRP)		0.5~1.5	3~4
Glulisine (Apidura, I-INGL)		0.5~1.5	3~4
Regular		2~3	4~6
Long-acting			
NPH	오전 혹은 취침전 일정 시간에 1회 투여	6~10	10~16
Detemir (Levemir, I-INDT)		— ^a	12~20
Glargine (Lantus, I-INGA)		— ^a	24
Insulin Combinations			
75% protamine lispro, 25% lispro (Humalog 25 mix, I-HMX25)	총 용량을 1/2로 분할하여 아침, 저녁 식전에 바로 투여	1.5 hb	Up to 10~16
70% protamine aspart, 30% aspart (Novomix, I-NM)		1.5 hb	Up to 10~16
70% NPH, 30% regular insulin (Humulin 70/30, I-MXP37)		Dual	10~16

Ref.) Harrison's Principles of Internal Medicine

<인슐린 처방의 실제>

- A) 기저 인슐린±경구 혈당 강하제
: 기저인슐린 0.1~0.2 IU/kg(약 5~10 IU, 비만시 10~15 IU)으로 시작
- B) 분할 요법(혼합형)±경구 혈당 강하제
: 기저인슐린의 1.5배 혼합형인슐린으로 시작하는데 2/3(아침), 1/3(저녁)
- C) 다회인슐린요법
: 혼합형인슐린의 80%로 시작하거나 0.5 IU/kg로 시작, 60%는 초속효성인슐린으로 40%는 기저인슐린으로 투여
- D) 인슐린 펌프
: 다회인슐린요법의 총 인슐린량의 90%로 시작

* 아침 고혈당이 발생할 경우 새벽 3시 혈당을 측정하여 somogyi나 Dawn을 감별진단 한다.

* insulin glulisine, insulin glargine, insulin detemir는 임신시 금기

5. 급성합병증의 치료

① DKA

: 인슐린 결핍으로 발생하는 케톤산증은 고혈당, 케톤체 생성, 산증 등이 특징이며, 유발인자로써는 감염증, 부적절한 당뇨병 관리, 제1형 당뇨병의 최초 임상상 등이 있으며, 유발인자를 알 수 없는 경우도 40%나 된다.

<케톤산증과 고삼투압성 비케톤성 혼수의 진단 기준>

	케톤산증			고삼투압성
	Mild	Moderate	Severe	
Plasma glucose(mg/dL)	>250	>250	>250	>600
Arterial pH	7.25~7.30	7.00~7.24	<7.00	>7.30
Serum bicarbonate(mEq/l)	15~18	10~15	<10	>15
Urine ketone	Positive	Positive	Positive	Small
Serum ketone	Positive	Positive	Positive	Small
Serum osm(mOsm/kg)	Variable	Variable	Variable	>320
Anion gap	>10	>12	>12	<12
Mentality	Alert	Alert/drowsy	Stupor/coma	Stupor/coma

<DKA 치료지침>

- 1) 속효성 인슐린을 10 IU을 loading dose로 iv 후 5~10 IU/hr로 continuous infusion 한다.
- 2) 혈당이 250~300 mg/dL, pH >7.3 또는 $\text{HCO}_3^- \geq 18 \text{ mEq/L}$ 로 될 때까지 계속 투여한다.
- 3) 첫 한시간에 1~2 L의 normal saline을 주입 후 그 다음 2~3시간 동안에 시간당 1 L를 투여한다. 환자의 상태에 따라 다르나 normal saline 3 L를 투여한 후에 시간당 500 mL 속도로 half saline으로 바꾸어 투여한다.
- 4) 혈당이 250~300 mg/dL 정도로 조절되면 시간당 5~10 g의 속도로 포도당을 투여한다.

Potassium

- 1) K를 수액요법에 첨가하여 투여할 경우에는 먼저 심정도와 혈중 K level을 측정한다.
- 2) 혈중 K level이 4~5 mEq/l일 때, normal saline 1 L 당 K 20 mEq를 첨가한다.
- 3) 혈중 K level을 4~5 mEq/l로 유지하려면,
4~5 mEq/l일 때 시간당 20 mEq의 속도로 infusion
5~6 mEq/l일 때 시간당 10mEq의 속도로 용량을 줄임.
6 mEq/l 이상일 때 K 투여 중지
3~4 mEq/l일 때 시간당 30 mEq/l의 속도로 증량투여
3 mEq/l 이하일 때 시간당 40~60 mEq/l까지 증량 투여

Phosphorus

- 1) 통상적인 부족량은 체중 1 kg당 1 mmol이나 무조건 보충하는 것은 피한다. 혈장 $\text{PO}_4 < 1.0 \text{ mg/dl}$ 일 경우에는 첫 24 시간 동안에 25~50%를 보충한다.
- 2) 보충 시에는 KPO_4 로 시간당 0.2~2.5 mmol을 투여한다.

(대한당뇨병학회 1992)

6. 수술 전 혈당 조절

- Modified Alberti Regimen: 수술 당일 아침에 시작한다.
check BST q 2 hours
check electrolyte q 4 hours
10DW 1 L + KCl 30 mEq mix iv 100cc/hr ----- ①
Half saline 500cc + RI 50 u mix iv 30cc/hr --- ②

- If $BST < 100$, fluid ② 주입속도를 20cc/hr으로 감량
- If $100 < BST < 200$, 그대로 유지
- If $200 < BST < 300$, fluid ②에 10cc/hr 증량
- If $BST > 300$, fluid ②에 20cc/hr 증량
- If $K < 4.0$, DW solution에 KCl 15cc 추가
- If $4.0 < K < 5.0$, 그대로 유지
- If $K > 5.0$, KCL 제외
- 검사를 위해 금식하는 경우: 인슐린 1/2 용량을 주고 5DW를 시간당 80~125cc의 속도로 주입한다. 경구혈당강하제는 검사가 끝난 후에 투여.

7. 기타 약물 요법

① 신경병증 치료제(NCV, CPT에서 양성이 나와 보험 적용이 가능함)

B-THIOB, I-THIO,
 B-GABA
 B-PG75
 B-PG150
 B-MECO
 B-ENF10
 B-NTLA/B

② 항혈소판제제

B-CLTZ(50 mg)
 B-CLTZB(100 mg)
 B-CPDG(75 mg)
 B-BASA
 B-ASPA

③ 혈관확장제

I-EG10

B-PGI

참고) 혈관확장제 처방시 보험기준

1. 허가사항 범위내에서 환자의 증상 등에 따라 필요·적절하게 투여시 요양급여함을 원칙으로 함. 다만, 만성동맥 폐색증(비거씨병, 폐색성 동맥경화증)에 의한 사지궤양 및 안정시 통증의 개선을 위해 투여한 경우에는 아래와 같이 요양급여를 인정하며, 동 인정기준 이외 허가사항 범위내에서 동상병에 투여하는 경우에는 약값 전액을 환자가 부담토록 함.

- 아 래 -

가. 투여기간 및 용량: 1일 5~10 μ g씩 4주 범위 내에서 투여

나. 안정시 통증의 개선을 위해 투여시 투여기준

(1) 임상증상 및 이학적 소견

* 임상증상: 통증, 둔통, 경련, 지각둔화, 근육의 피로감 등

* 이학적 소견

- 시진: 거상하수시험에 따른 혈액충만속도

- 촉진, 청진: 혈관촉진 및 청진에 따른 맥박의 약화 및 소실, 혈관잡음 확인, 냉감, 근육약화

* 검사방법:

- 침습적 검사방법 (혈관조영술)

- 비침습적 검사방법 (도플러 등)

※ 위 3가지 항목 중 2가지 이상은 충족되어야 함.

(2) 외래에서 1차적으로 경구용 혈류개선제를 사용하였으나 통증이 소실되지 않아 입원하여 경구용제로 2~3회 조절이 안 되는 경우 사용하는 것을 원칙으로 함.

(타 혈류개선제와의 병용투여는 인정하지 아니함)

2. 허가사항 (용법·용량) 범위를 초과하여 간이식에 투여한 경우에는 요양급여 인정함.

1. 갑상선 기능 항진증

1) 원인

Primary hyperthyroidism

Graves' disease
 Toxic multinodular goiter
 Toxic adenoma
 Functioning thyroid carcinoma metastases
 Activating mutation of the TSH receptor
 Activating mutation of G_{sa} (McCune-Albright syndrome)
 Struma ovarii
 Drugs: iodine excess(Jod-Basedow phenomenon)

Thyrotoxicosis without hyperthyroidism

Subacute thyroiditis
 Silent thyroiditis
 Other causes of thyroid destruction: amiodarone, radiation, infarction of adenoma
 Ingestion of excess thyroid hormone(thyrotoxicosis factitia) or thyroid tissue

Secondary hyperthyroidism

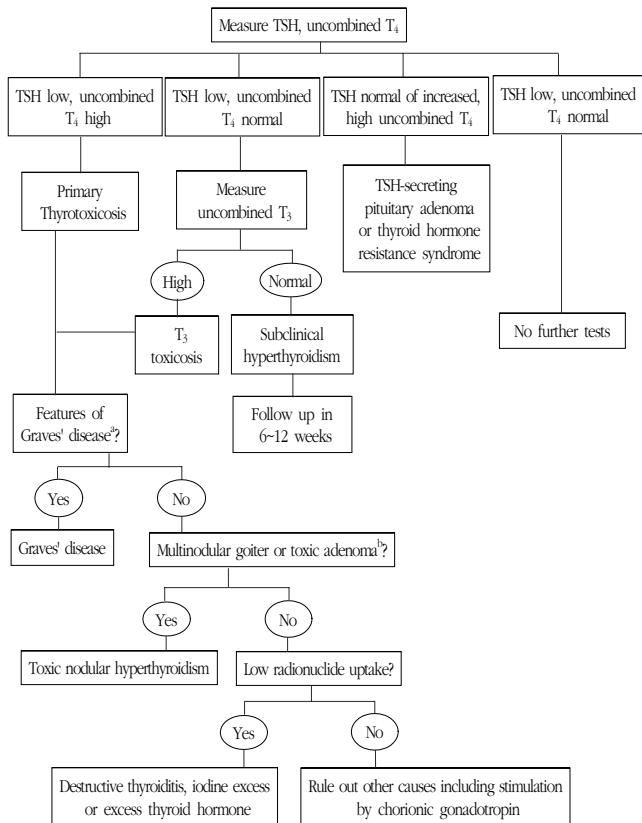
TSH-secreting pituitary adenoma
 Thyroid hormone resistance syndrome: occasional patients may have features of thyrotoxicosis
 Chorionic gonadotropin-secreting tumors^a
 Gestational thyrotoxicosis^a

Ref.) Harrison's Principles of Internal Medicine

2) 갑상선 기능 항진증의 진단

- A) TFT(T₃, FT₄, TSH)
- B) Thyroid scan(^{99m}Tc or ¹³¹I)
- C) Autoantibodies(TPOAb, TBII, TgAb)

EVALUATION OF THYROTOXICOSIS



Source: Fauci AS, Kasper DL, Braunwald E, Hauser SL, Longo DL, Jameson JL, Loscalzo J: *Harrison's Principles of Internal Medicine*, 17th Edition: <http://www.accessmedicine.com>
Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. All rights reserved.

3) 갑상선 기능 항진증의 치료

A) PTU와 MMI의 투여방법

초기용량: 1일 PTU(B-ATR) 300~400 mg(100 mg tid), MMI

(B-MMZ) 30~40 mg(15 mg bid) 4~6주간 사용 → 4~8주가 지나면 갑상선기능이 거의 정상상태에 이르므로 이때부터 서서히 감량하여야 한다. 이때부터는 가급적 투약의 분할을 줄여 1일 1~2회 정도로 치료해 나가는 것이 좋다.

유지용량: 점차 감량하여 PTU는 1일 25~200 mg, MMI는 1일 2.5~20 mg의 양으로 유지한다. 혈청 T3, T4 농도가 정상으로 유지되어도 억제되어 있는 TSH가 정상화되기에는 상당한 시간을 필요로 한다.

항갑상선제의 부작용

경미한 부작용		중대한 부작용	
흔한 것(1~5%)	드문 것	드문 것(0.1~0.5%)	매우 드문 것
피부 발진 담마진 관절통 경미한 발열	소화장애 관절염 미각/후각 이상 (MMI의 경우)	무과립구증	혈관염 SLE-like syndrome 간기능장애(PTU) 담즙울체성황달(MMI) 무형성 빈혈 저혈당증(anti-insulin Ab)

B) b-blocker

- 갑상선기능항진증의 주증상인 심계항진, 떨림, 불안 등의 증상 완화
- 기전: 말초에서 T4에서 T3로의 전환 억제
- propranolol(B-IDL/B-IDLA)

C) iodides(Lugol's solution, L-LUG)

- 기전: 갑상선 내로의 요오드의 이동 억제 및 요오드의 산화/유기화 억제

- 갑상선내에 저장되어 있는 갑상선 호르몬의 방출을 억제
- 항갑상선제를 충분히 사용한 후에 무기요드를 투여하여야 한다.(2주 이상 투여하면 rebound phenomenon이 나타나므로 장기간 투여하면 안됨)
 - 적응증: 수술전처치
 - 갑상선중독성 위기
 - 심한 심질환 등 매우 신속하게 갑상선상태를 정상화시켜야하는 경우
 - 항갑상선제를 사용하지 못할 때

4) Thyroid storm의 치료

PTU, 400 mg q 8 hours po or by nasogastric tube

Sodium iodide, 1g iv in 24 hours or saturated SSKI 5 drops q 8 hours

Propranolol, 20~40 mg q 4~6 hours or 1mg iv slowly(repeat doses until heart rate slows)

Not indicated in patients with asthma or CHF that is not rate-related

Hydrocortisone, 50~100 mg iv q 6 hours

Intravenous fluid(Depending on indication: glucose, electrolytes, multivitamins)

Temperature control(cooling blankets, acetaminophen: avoid salicylates)

Oxygen supplement if needed

Digitalis for congestive heart failure

Pentobarbital for sedation

Treatment of precipitating events(eg. Infection)

2. 갑상선기능저하증

1) 원인

Primary

Autoimmune hypothyroidism: Hashimoto's thyroiditis, atrophic thyroiditis

Iatrogenic: ^{131}I treatment, subtotal or total thyroidectomy, external irradiation of neck for lymphoma or cancer

Drugs: iodine excess(including iodine-containing contrast media and amiodarone), lithium, antithyroid drugs, p-aminosalicylic acid, interferon- α and other cytokines, aminoglutethimide

Congenital hypothyroidism: absent or ectopic thyroid gland, dysmorphogenesis, TSH-R mutation

Iodine deficiency

Infiltrative disorders: amyloidosis, sarcoidosis, hemochromatosis, scleroderma, cystinosis, Riedel's thyroiditis

Overexpression of type 3 deiodinase in infantile hemangioma

Transient

Silent thyroiditis, including postpartum thyroiditis

Subacute thyroiditis

Withdrawal of thyroxine treatment in individuals with an intact thyroid

After ^{131}I treatment or subtotal thyroidectomy for Graves' disease

Secondary

Hypopituitarism: tumors, pituitary surgery or irradiation, infiltrative disorders, Sheehan's syndrome, trauma, genetic forms of combined pituitary hormone deficiencies

Isolated TSH deficiency or inactivity

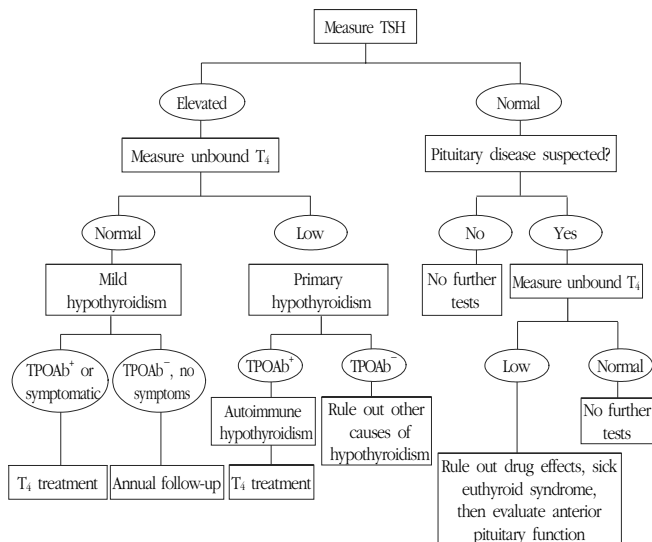
Bexarotene treatment

Hypothalamic disease: tumors, trauma, infiltrative disorders, idiopathic

Ref.) Harrison's Principles of Internal Medicine

2) 진단

EVALUATION OF HYPOTHYROIDISM



Source: Fauci AS, Kasper DL, Braunwald E, Hauser SL, Longo DL, Jameson JL, Loscalzo J:

Harrison's Principles of Internal Medicine, 17th Edition: <http://www.accessmedicine.com>

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. All rights reserved.

3) 치료

- 초기용량:** Levothyroxine 50 ug/day qd daily(젊거나 다른 질환이 없는 경우 처음부터 유지용량(full dose)을 투여해도 무방하다.
- 추적검사:** 4~6주 후에 T4, TSH 추적 검사 후 TSH 농도에 따라 25 ug씩 증량
- 반감기:** 정상인에서는 6일이고 갑상선기능저하증 환자에서는 8~11일이므로 하루 1회 투여로 충분하며, 투여한 T4가 혈중에서 평형상태에 도달하기까지 약 4~6주가 걸린다.

D) 요구량: 정상적인 갑상선에서는 T4 생산량이 1일 80~100 ug 이다. 그리고 T4 제제를 경구 투여하였을 때 장(특히 소장)에서 투여량의 75~85%가 흡수된다. 따라서 T4의 필요량(유지용량)은 1일 100~125 ug 정도 되며 이는 1.6~1.8 ug/kg에 해당한다.

E) 유지용량: levothyroxine 100~150 ug/day qd daily

F) 코드: B-SYN(100 ug), B-SYNA(50 ug)

3. 갑상선 결절의 진단과 치료

- 갑상선 결절의 95%는 양성 결절이고 5%는 악성 결절이다.
- 갑상선 암의 위험인자

임상	초음파	분자학 검사
25세 미만 남자 선 목소리 주위조직에 고착 수질암의 가족력 방사선 노출 과거력	미세석회화 불규칙한 경계 현저한 저에코 결절내 혈관 증가 경부 임파선염	TSH >5 BRAF mutation PAX8-PRAR γ mutation Galectin-3 positivity

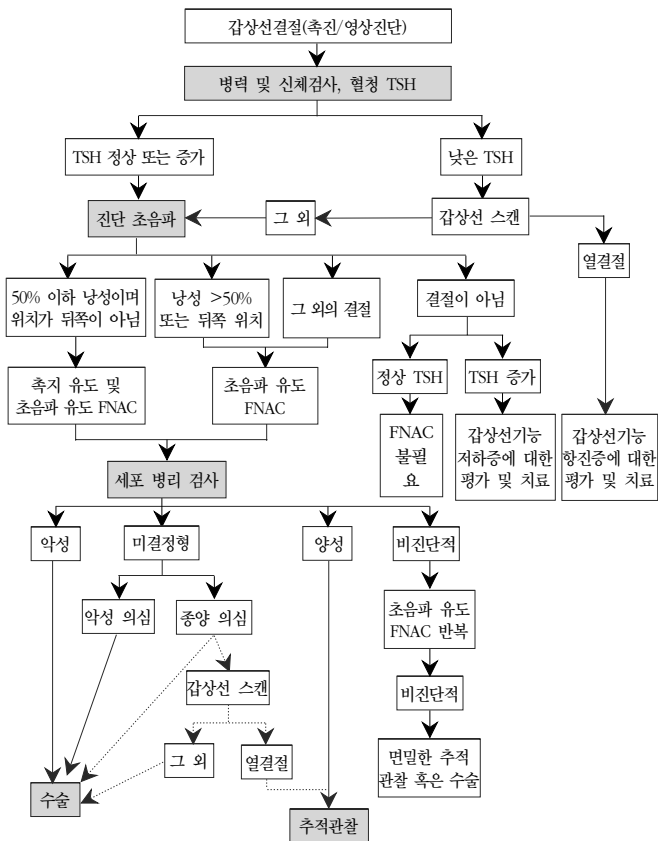
처방의 실제

D	M	Code	처 방 명	용법/검체	1회용량	일수	E	S	R
1		OLDPC	1TU/ Emla cream 5%	2~3회 환부에 바르	1 TU	1		1	
1		83SG	SONO GUIDE FOR PUNCTURE		1	1		1	
1		83WK	FNAB (갑상선세침)		1	1			
1		53NC	thyroid 천자		1	1			
1		CDP04	경부혈관계검사(동서협진 초음파)		1	1			1

* FNA 시행 시에는 내분비 내과 초음파(CDP04)로, 임파선 등의 파악까지 요구되는 경우는 영상의학과 초음파로 처방할 것.

* 83SG1(EXPRESS)으로 처방할 경우 당일 검사 결과 확인이 가능함. (동의서 받을 것.)

하나 혹은 그 이상의 갑상선 결절을 가진 환자의 평가



〈대한내분비학회지 제22권 제3호 pp. 157-187, 2007〉

4. 갑상선암 수술 후 방사선 요오드 치료 (Radioiodine Therapy)

1) 적응증

고위험군(연령과 무관)

- 1) 종양의 직경이 4.5 cm 이상인 경우
 - 2) 종양이 전 갑상선을 침범한 경우
 - 3) 다중심성 종양인 경우
 - 4) 주위조직에 침입이 있는 경우
 - 5) 원격전이가 있는 경우
-

중간 위험군(40세 이상)

- 1) 유두암 직경이 1.5~4.4 cm이면서
 - 2) 주위 조직의 침범(-), 림프절 전이 유무는 무관
-

2) 수술 후 투여하는 ¹³¹I의 양

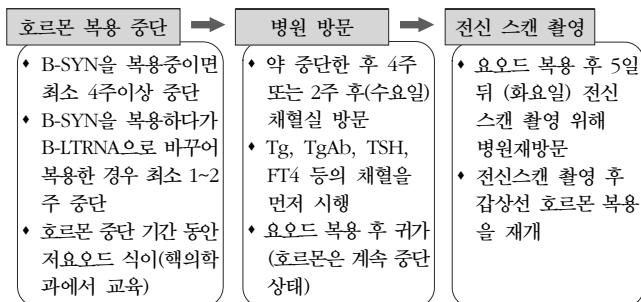
- 일반적으로 75~150 mCi
- 고위험군이나 갑상선암이 남아있는 경우: 150 mCi
- 40세 이하의 저위험군: 저용량(≤ 30 mCi)
- ¹³¹I 섭취가 없어질 때까지 6개월에서 1년 간격으로 치료
- 총 ¹³¹I 축적량은 소아는 500 mCi, 성인은 800 mCi 이하로 유지
- ¹³¹I의 섭취는 혈청 TSH에 의해 결정
- 갑상선전절제술 후 임상적으로 확인한 갑상선기능저하증은 3~4주내에 발생
- 갑상선전절제술 후 혈청 TSH 농도는 5~6주에 최대
- 수술 후 6주 후 또는 T4제제를 중단하고 4주 후(T3제제는 중단하고 2~3주 후) 혈청 TSH의 상승을 확인한 후 ¹³¹I를 투여한다. 이때 갑상선기능저하증으로 인한 환자의 불편을 감소시키기 위해서 T4를 T3(B-LTRNA)로 변경하여 2주간 투여하고 이어서 2주간 중단한 후 ¹³¹I를 투여할 수도 있다. 또한, 갑상선 호르몬을 중단하지 않고 인간재조합 갑상선 자극 호르몬은 주사하는 경우도 있으나, 비용이 많이 든다.

3) 치료의 실제

(1) 외래에서 저용량으로 치료하는 경우

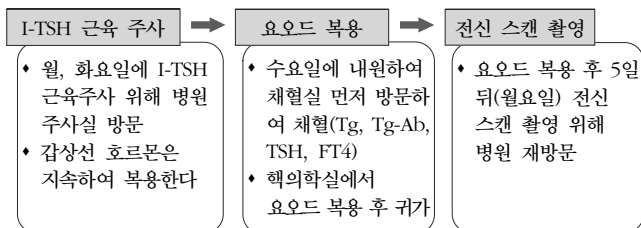
갑상선 암 환자의 요오드 치료

1) 갑상선 호르몬을 중단하는 경우



2) 인간 재조합 갑상선자극호르몬(I-TSH)을 주사하는 경우

- 일생에 한번만 보험이 가능하며, 2회 주사에 약값이 100만원 정도 하므로 시약의 취급에 주의 요함



(2) 고용량으로 입원하여 치료하는 경우

치료 병실의 운영안

신관 3층 1인실 치료 병실 2 병상에 각각 1명씩 월, 수, 금요일 오후 1시 30분 입원(아침식사를 가볍게 한 후 점심은 금식),

2박 3일 입원하여 퇴원함

방사선 요오드 치료전 준비

- 1) 치료 전 2주전부터 저요오드 식이(입원 전 핵의학과에서 교육하나 영양과 상담 교육 고려)
- 2) 요오드 함유된 약의 복용 또는 소독약 제한
- 3) 갑상선 호르몬 투여 중지(T4 는 치료전 4~5주, T3 는 치료 전 2~3주)
- 4) 요오드 함유 방사선 조영제를 사용하는 방사선 검사를 시행하지 않는다.(2주~4개월)
- 5) 외래 진료(김덕운 교수님) 후에 치료 일정을 정하고, 방사성 요오드 치료에 대한 환자 교육: chest PA와 EKG 시행, ¹³¹I 전신스캔 (치료 후) 예약
- 6) 입원 당일; 방사선 요오드 투여 전에 3-4 시간 동안 NPO

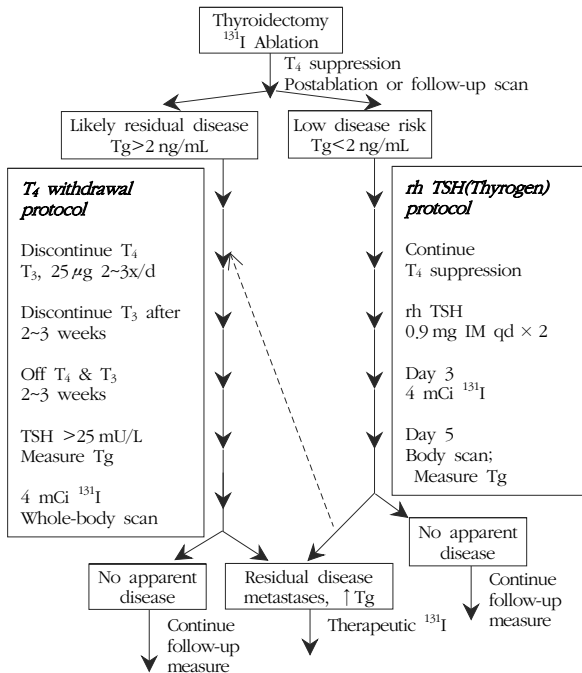
방사선 요오드 치료 후 관리

- 1) 요오드 치료 직후
 - A. 물 200 mL 와 함께 방사성 요오드를 복용하고 2시간마다 약간의 물을 제외하고 계속 금식한다.
 - B. 이후 하루 3리터 정도의 충분한 수분을 섭취하고 2시간마다 자주 소변을 보도록 한다.
 - C. 2~3일간 침분비가 많이 되도록 신 사탕, 비타민 C 주스를 먹거나 껌을 씹는다.
- 2) ¹³¹I 전신 스캔을 외래에서 30 mCi 치료한 경우는 ¹³¹I 투여 후 3~5일째에 한번 시행하고, 입원 환자는 치료 후 1주일째에 시행한다.(처음 진료 시 외래에서 검사의뢰)
- 3) 입원하여 방사선 요오드를 투여한 경우는 환자와 1 m 거리에서 측정된 방사선이 5 mrem/hr 미만일 때 격리를 해지하고 퇴원한다. 5 mrem/hr 이상일 경우는 핵의학과 담당의사의 판단 하에 계속 격리하거나 퇴원 후 적절한 격리 및 방

사선 오염 방지에 대한 교육을 한 후 퇴원하게 한다.

- 4) 퇴원 후 다음 날부터 갑상선 호르몬(T₄)의 투약을 시작한다.
- 5) 치료 후 3~6개월 후에 TSH 0.5 mU/L 이하로 유지되는 상태에
서 Tg, anti-Tg Ab를 측정하고, 치료 후 6~12개월에 갑상선
호르몬 투여 중지 후 적어도 30 mU/L 이상으로 상승된 상태에
서의 Tg와 anti-Tg Ab 측정 및 ¹³¹I 전신 스캔을 시행한다.
- 6) Tg 또는 Anti-Tg Ab가 상승되거나 ¹³¹I 전신 스캔 음성인 경우
에는, 경부 초음파, FDG-PET 또는 ^{99m}Tc MIBI scan with
SPECT 또는 CT를 시행한다.

RTSH IN FOLLOW-UP OF PTS WITH THYROID CANCER



3 골다공증(Osteoporosis)

1. 골밀도 검사의 적응증

-
- 1) 연령에 관계없이 6개월 이상 무월경을 보이는 폐경 전 여성
 - 2) 폐경 후 여성
 - 3) 70세 이상 남자
 - 4) 골다공증 골절의 과거력이 있는 자
 - 5) 방사선 소견에서 척추 골절이나 골다공증이 의심되는 환자
 - 6) 이차성 골다공증이 의심될 때
 - 7) 골다공증의 약물요법을 시작하려는 환자
 - 8) 골다공증 치료를 받는 모든 환자의 경과 추적
 - 9) 골다공증 위험 인자가 있거나, 골소실이나 골다공증이 의심되는 경우
-

(골다공증 진단 및 치료 지침 2007, 대한골대사학회 지침위원회, 정호연)

2. 골다공증에 의한 골절의 위험인자

Non-modifiable

Fracture history(in adult or first-degree relative)
Female
Advanced age
Caucasian race
Dementia
Poor health/frailty

Modifiable

Current smoking
Low BW(<58 kg)
Estrogen deficiency: early menopause(<45 yr), bilateral oophorectomy, prolonged premenopausal amenorrhea(>1 yr)
Low Ca intake(<400 mg/d)
Alcoholism
Impaired eyesight
Recurrent falls
Inadequate physical activity
Poor health/frailty

Ref.) Harrison's Principles of Internal Medicine

– 골다공증의 위험을 증가시키는 약제

: Glucocorticoids, cyclosporine, cytotoxic drugs, anticonvulsants, excessive alcohol, aromatase inhibitors, excessive thyroxine, aluminum, GnRH agonists, heparin, lithium

3. 골다공증의 진단

- ① DXA로 BMD(spine/femur)를 측정한다. 폐경기 여성, 65세를 넘거나 위험인자를 가진 50~64세의 남성은 T-score로 골밀도를 해석하며, 폐경기 이전의 여성과 50세 미만의 남성은 Z-score로 골밀도를 해석한다.
- ② BMD(82BB3)을 낼 때는 반드시 L-spine AP/LAT X-ray를 함께 내야한다.
(compression fracture나 다른 병변이 있는지 확인해야 한다.)

BMD	T score
Normal	$BMD > -1.0$
Osteopenia	$-1.0 \leq BMD < -2.5 \text{ SD}$
Osteoporosis	$BMD \leq -2.5$, with low bone mass, fragility
Severe osteoporosis	$BMD \leq -2.5$, with fragility, fracture

(WHO diagnostic criteria)

(참고)

Z-score, the number of standard deviations above or below the mean for the patient's age and sex

T-score, the number of standard deviations above or below the mean for a healthy 30 year old adult of the same sex as the patient

4. 골다공증의 치료

1) 비약물 치료

➤ Dietary Calcium:

premenopause, men → 1,000 mg

postmenopause → 1,500 mg

- Vitamin D: 200 IU for <50 yr, 400 IU for 50~70 yr, 600 IU for >70 yr
- Exercise: >30 min × 3 times/week, regular weight-bearing, muscle-strengthening exercise

2) 약물 치료(국내보험기준은 T-score < -3.0)

A) bisphosphonate(1년에 1회의 BMD 결과가 있어야 보충이 지속된다)

B-ANDR(alendronate 10 mg, Fosamax): 1일 1회 아침식전 30분전 충분한 물과 함께 복용

B-ANDRA(alendronate 70 mg, Alenmax): 주 1회 아침식전 30분전 충분한 물과 함께 복용

B-ANDRC(alendronate 70 mg + cholecalciferol 55.33 mg, Fosamax plus D): 주 1회 아침식전 30분전 충분한 물과 함께 복용

B-RSDRA(risedronate 5 mg, Actonel): 1일 1회, 아침식전 30분전 충분한 물과 함께 복용

B-RSDR/B-RS(risedronate 35 mg, Actoqueen/Richbon): 주 1회 아침식전 30분전 충분한 물과 함께 복용

B-IBDR/I-IBDR3(ibandronate 150 mg(po)/3 mg(iv), Bonviva):

- 정제: 월 1회 1T 정기적으로 매월 같은 날 아침 다른 음식물, 음료수 또는 경구 약물이나 식품보조제 등을 섭취하기 최소 1시간 전에 충분한 양의 물과 함께 복용

- 주사제: 3 mg을 3개월에 한번씩 15~30초간 iv

B-EID(etidronate 200 mg, Dinol): 1일 1회 식후 2시간(max 400 mg/day)

I-ZLDR(zoledronic acid 4 mg, Zometa): NS or 5D 100cc 희석

15분 이상 점적 iv

B) SERM(selective estrogen receptor modulator)

B-RALO(raloxifene 60 mg, Evista): 1일 1회

C) 여성호르몬요법

B-PRM(conjugated estrogen 0.625 mg, Premina): 1일 1회 1~

2T 월경주기 제5일부터 3주간 투여 후 1주 휴약

D) STEAR(selective Tissue Estrogenic Activity Regulator)

B-TIBO(estrogen 2.5 mg, Tibolone): 1일 1회

E) calcitonin

L-SSCT2 (salcatonin 200 IU/1mL, Salcatonin 2): 1일 100~200

IU 비강내로 흡입

F) calcium / vitamin D

B-CAOD(Ca carbonate, 500 mg)

B-CAL(Ca lactate 271.8 mg + Ca carbonate 240 mg + Ca gluconate 240 mg, Adcal): 2T hs

B-CALT(calcitriol 0.25 ug, Bonky): 1T bid(max 4T/day)

B-ALFA/B-ALFAT(alfacalcidol 0.5 ug, Alfa-D3/Onealfa): 0.5~1.0 ug/day

B-CACOD(Ca carbonate 1250 mg + cholecalciferol 10 mg, Dicamax 1000): 1일 1회 1T

B-CAVD(calcium citrate 750 mg + cholecalciferol 4 mg, Sitracal F): 1일 1회 2T

1. 진단(ATPIII Lipid and Lipoprotein Classification)

LDL-chol(mg/dL)	
<100	Optimal
100~129	Near or above optimal
130~159	Borderline high
160~189	High
≥190	Very high
HDL-chol(mg/dL)	
<40	Low
≥60	High
Total chol(mg/dL)	
<200	Desirable
200~239	Borderline high
≥240	High
TG (mg/dL)	
<150	Normal
150~199	Borderline high
200~499	High
≥500	Very high

2. 치료목표(ATPIII LDL-chol goals & cutpoints for therapeutic lifestyle changes & drug therapy in different risk categories)

Risk Category	LDL goal (mg/dL)	LDL level at which to initiate therapeutic lifestyle changes	LDL level at which to consider drug therapy
CHD or CHD risk equivalent(10-yr risk >20%)	<100	≥100	≥130
≥2 risk factors (10-yr risk ≤20%)	≤130	≥130	10-yr risk 10~20%: >130, 10-yr risk <10%: ≥ 160
0~1 risk factors	≤160	≥160	≥ 190

Major risk factors that modify LDL goals

Smoking
 HTN(BP \geq 140/90 mmHg or antihypertensive medication)
 Low HDL-cholesterol(<40 mg/dL)
 DM
 FHx of premature CHD
 CHD in male first-degree relative <55 yr
 CHD in female first-degree relative <65 yr
 Age(men ≥ 45 yr, women ≥ 55 yr)
 Lifestyle risk factors
 Obesity(BMI ≥ 30 kg/m²)
 Physical inactivity
 Atherogenic diet
 Emerging risk factors
 Lipoprotein(a)
 Homocysteine
 Prothrombotic factors
 Proinflammatory factors
 IFG
 Subclinical atherogenesis

(NCEP ATP III) **CHD risk equivalent: atherosclerotic disease (peripheral arterial disease, abdominal aortic aneurysm, symptomatic carotid artery disease), diabetes & multiple risk factors

3. 치료

Table 350–6. Summary of the Major Drugs Used for the Treatment of Hyperlipidemia

Drug	Major Indications	Starting Dose	Maximal Dose	Mechanism	Common Side Effects
HMG-CoA reductase inhibitors (statins)	Elevated LDL-C			↓ cholesterol synthesis, ↑ hepatic LDL receptors, ↓ VLDL production	Myalgias, arthralgias, elevated transaminases, dyspepsia
Lovastatin		20 mg daily	80 mg daily		
Pravastatin		40 mg qhs	80 mg qhs		
Simvastatin		20 mg qhs	80 mg qhs		
Fluvastatin		20 mg qhs	80 mg qhs		
Atorvastatin		10 mg qhs	80 mg qhs		
Rosuvastatin		10 mg qhs	40 mg qhs		

Table 350-6. Summary of the Major Drugs Used for the Treatment of Hyperlipidemia

Drug	Major Indications	Starting Dose	Maximal Dose	Mechanism	Common Side Effects
Cholesterol absorption inhibitors				↓ Intestinal cholesterol absorption	Elevated transaminases
Ezetimibe	Elevated LDL-C	10 mg daily	10 mg daily		
Bile acid sequestrants	Elevated LDL-C			↑ Bile acid excretion and ↑ LDL receptors	Bloating, constipation, elevated triglycerides
Cholestyramine		4 g daily	32 g daily		
Colestipol		5 g daily	40 g daily		
Colesevelam		3,750 mg daily	4,375 mg daily		
Nicotinic acid	Elevated LDL-C, low HDL-C, elevated TG			↓ VLDL hepatic synthesis	Cutaneous flushing, GI upset, elevated glucose, uric acid, and liver function tests
Immediate-release		100 mg tid	1 g tid		
Sustained-release		250 mg bid	1.5 g bid		
Extended-release		500 mg qhs	2 g qhs		
Fibric acid derivatives	elevated TG, elevated remnants			↑ LPL, ↓ VLDL synthesis	Dyspepsia, myalgia, gallstones, elevated transaminases
Gemfibrozil		600 mg bid	600 mg bid		
Fenofibrate		145 mg qd	145 mg qd		
Omega 3 fatty acids	elevated TG	3 g daily	6 g daily	↑ TG catabolism	Dyspepsia, diarrhea, fishy odor to breath

** Table 350-6에서 본원에 없는 약제: Lovastatin, colestipol, colesevelam, gemfibrozil

1) Dyslipidemia에 사용하는 약제들의 본원 Code

A) HMG-CoA reductase inhibitors

Pravastatin: BPRVB, BPRVC, BPRVD

Simvastatin: BSMV2, BSMV

Fluvastatin: BFLV

Atorvastatin: BATOVA, BAOV, BAOV10, BAOV20, BATOVB,
BAOV20, BAOV40, BAOV80

Rosuvastatin: BRSV, BRSV20

〈보험 기준〉

BLOV, BSMV2, BAOV, BPRV, BCRV, BNLP, BBZL, BNLP, BACIP, PQT 등 고지혈증치료제 아래와 같은 기준으로 투여시 요양급여를 인정하며, 허가사항 범위이지만 동 인정기준 이외에 투여한 경우에는 약값의 100분의 100을 본인부담 토록 함.

1. 순수 고콜레스테롤혈증의 경우

- 1) 위험요인이 없는 경우: 혈중 총 콜레스테롤 수치가 250 mg/dL 이상일 때
- 2) 위험요인이 있는 경우: 혈중 총 콜레스테롤 수치가 220 mg/dL 이상일 때
* 관상동맥질환이 확인된 경우는 혈중 총 콜레스테롤 수치가 220 mg/dL 이상
- 3) 해당약제: HMG-CoA환원효소억제제, 담즙제거제, Fibrate계열 약제 중 1종 인정

2. 순수 고트리글리세라이드혈증의 경우

- 1) 위험요인이 없는 경우: 적절한 식이요법을 함에도 불구하고 TG검사에 서 연속 2회 400 mg/dL 이상일 때
- 2) 위험요인이 있는 경우: TG검사에서 연 2회 200 mg/dL 이상일 때
- 3) 해당 약제: Fibrate계열 또는 Niacin계열 약제 중 1종 인정

3. 고콜레스테롤 및 고트리글리세라이드혈증의 복합형인 경우

- 1) 위험요인이 없는 경우: 혈중 총 콜레스테롤 250 mg/dL 이상이고, 혈중 TG 320 mg/dL 이상일 때
- 2) 위험요인이 있는 경우: 혈중 총 콜레스테롤 220 mg/dL 이상이고, 혈중 TG 200 mg/dL 이상일 때
- 3) 해당 약제: 콜레스테롤 및 TG에 작용하는 약제별로 각각 1종씩 인정.

4. 동맥경화증 발생 유발 위험요인(심근경색증의 기왕력, 허혈성 심질환, 고혈압, 당뇨병이 있는 경우)이 있는 고지혈증환자의 경우에는 상기 기준에 의해 투약하되, 가능한 한 저용량(1일 1~2정 또는 1~2 pack) 투여를 원칙으로 함.

5. 유지요법이 필요한 경우에는 저용량(1일 1~2정 또는 1~2pack)을 투여

B) Choesterol absorption inhibitor

Ezetimibe: BEMIB

C) Bile acid sequestrants

Cholestyramine: PQT

D) Nicotinic acid: BNIC

E) Fibric acid derivatives

Fenofibrate: BNLPB

F) Omega 3 fatty acids: BOMEGA

5 대사증후군(Metabolic syndrome)

1. 진단 기준

Table 236-1. NCEP: ATPIII 2001 and IDF Criteria for the Metabolic syndrome

NCEP: ATPIII 2001	IDF Criteria for Central Adipositya		
Three or more of the following	Waist Circumference		
Central obesity: Waist circumference >102 cm(M), >88 cm (F)	Men	Women	Ethnicity
	≥94 cm	≥80 cm	Europid, Sub-Saharan African, Eastern & Middle Eastern
Hypertriglyceridemia: Triglycerides ≥ 150 mg/dL or specific medication	≥90 cm	≥80 cm	South Asian, Chinese, and ethnic South & Central American
Low HDL cholesterol: <40 mg/dL and <50 mg/dL, respectively, or specific medication	≥85 cm	≥90 cm	Japanese
	Two or more of the following:		
Hypertension: Blood pressure ≥130 mm systolic or ≥85 mm diastolic or specific medication	Fasting triglycerides >150 mg/dL or specific medication		
	HDL cholesterol <40 mg/dL and <50 mg/dL for men and women, respectively, or specific medication		
Fasting plasma glucose ≥100 mg/dL or specific medication of previously diagnosed type 2 diabetes	Blood pressure >130 systolic or >85 mm diastolic or previous diagnosis or specific medication		
	Fasting plasma glucose ≥100 mg/dL or previously diagnosed type 2 diabetes		

1. Cushing's syndrome

1) 원인

Table 336-2. Causes of Cushing's Syndrome

Adrenal hyperplasia

Secondary to pituitary ACTH overproduction

Pituitary-hypothalamic dysfunction

Pituitary ACTH-producing micro- or macroadenomas

Secondary to ACTH or CRH-producing nonendocrine tumors (bronchogenic carcinoma, carcinoid of the thymus, pancreatic carcinoma, bronchial adenoma)

Adrenal macronodular hyperplasia (including ectopic expression of GIP receptors in the adrenal cortex)

Adrenal micronodular dysplasia

Sporadic

Familial (Carney's syndrome)

Adrenal neoplasia

Adenoma

Carcinoma

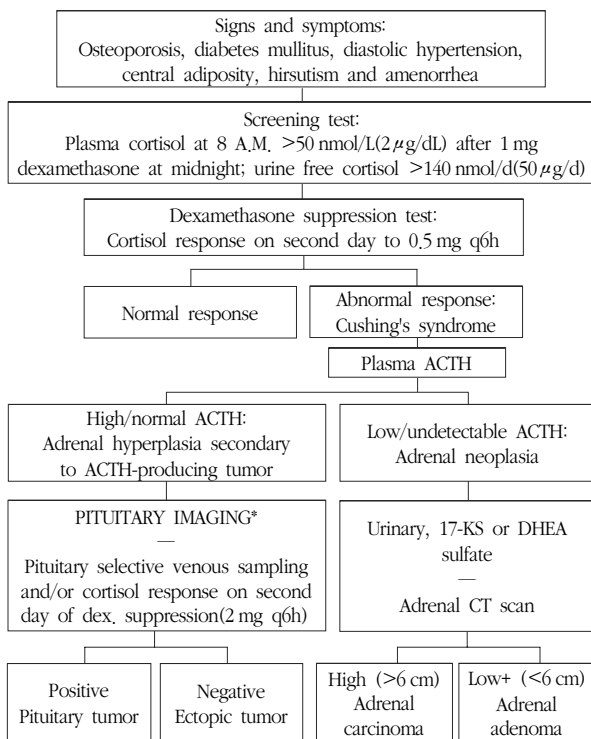
Exogenous, iatrogenic causes

Prolonged use of glucocorticoids

Prolonged use of ACTH

2) 진단

EVALUATING PATIENTS WITH SUSPECTED CUSHING'S SYNDROME



Source: Fauci AS, Kasper DL, Braunwald E, Hauser SL, Longo DL, Jameson JL, Loscalzo J: *Harrison's Principles of Internal Medicine*, 17th Edition: <http://www.accessmedicine.com> Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. All rights reserved.

A. 선별 검사

- 1) Overnight dexamethasone suppression test: 밤 10시 dexamethasone 1mg을 경구 투여하고 다음날 아침 8시에 혈청 cortisol을 측정하여 2 μg/dL 이상이면 의심
- 2) Measurement of a 24hr urine free cortisol: 50 μg/day 이상이

면 의심

3) False positive test를 의심해야 하는 경우

(1) 비만

(2) dexamethasone의 clearance가 증가되는 경우: rifampicin, phenytoin, barbiturate, estrogen

(3) chronic alcoholism, depression, acute illness, pregnancy

B. 확진 및 병소 감별 검사

1) Low dose dexamethasone suppression test(0.5 mg every 6hr for 2 days): urine 17-OHCS ≤ 2.5 mg/gcreatinine, urinary cortisol ≤ 25 nmol/d($10\mu\text{g/d}$), plasma cortisol ≤ 140 nmol/L($5\mu\text{g/dL}$)면 확진

2) High dose dexamethasone suppression test(2 mg every 6hr for 2 days): urinary cortisol이 기저치의 90%이상, plasma cortisol이 기저치의 50% 이상 억제되면 뇌하수체성 cushing's dis.로 진단. 억제가 되지 않으면 Ectopic과 adrenal cushing을 의심한다.

3) ACTH Dependent vs Independent cause

Pituitary Cushing인 경우 대개 ACTH 30~150 pg/mL

Ectopic Cushing인 경우 ACTH >200 pg/mL

Adrenal Chshing인 경우 ACTH 10 pg/mL

C. 처방 실제

1) 하룻밤 텍사메타손 억제 검사

M	Code	처 방 명	용법/검체	1회용량	일수
1	EFOND	하룻밤 텍사메타손 억제검사		1	1
1	BOR	1TB/0.5MG Dexamethasone 0.5mg/	(1회)취침전에 복용	1 MG	1

2) 저용량 및 고용량 텍사메타손 억제 연속 검사

M	Code	처 방 명	용법/검체	1회용량	일수
1	EF7DX	저용량 및 고용량 텍사메타손 억제연		1	1
1	BOR	1TB/0.5MG Dexamethasone 0.5mg/	(4회)6시간마다 복용	0.5 MG	2
1	BOR	1TB/0.5MG Dexamethasone 0.5mg/	(4회)6시간마다 복용	2 MG	2

1~2 day: 기저치 24시간 urine cortisol, 17-OHCS, Cr.

3 day: 아침 8시 serum cortisol, ACTH (기저치) →채혈 직후 6시간 간격으로 B-OR 0.5 mg(6, 12, 18, 24시)

4 day: 6시간 간격으로 B-OR 0.5 mg(6, 12, 18, 24시) 유지, 아침 8시부터 24시간 urine cortisol, 17-OHCS, Cr. 수집 시작

5 day: 소변 수집 완료, 아침 8시 serum cortisol 채혈 →채혈 직후 6시간 간격으로 B-OR 2 mg(6, 12, 18, 24시)

6 day: 6시간 간격으로 B-OR 2 mg(6, 12, 18, 24시) 유지, 아침 8시부터 24시간 urine cortisol, 17-OHCS, Cr. 수집 시작

7 day: 소변 수집 완료, 아침 8시 serum cortisol 채혈

** B-OR 먹기 전 24hr urine collection 완료하여야 한다.

D. CRH Stimulated Inferior petrosal sinus sampling(IPSS)

1) Cushing's dis.가 의심되나 확실하지 않거나 CT나 MRI localization이 안될 때 사용. 간혹 이소성 ACTH 증후군과의 감별에도 도움이 된다.

2) 방법

하룻밤 금식 후 누워있는 상태에서 양쪽의 대퇴정맥(femoral vein)에 도관을 동시에 삽관하여 도관의 말단부를 양측 하추 정맥동(inferior petrosal sinus)에 위치시킨 후, CRH 100 μ g or 1 μ g/kg을 정주하기 전과 후 2분, 5분, 10분에 양측 하추 정맥동과 말초혈액에서 시료를 동시에 채취한다.

(1) 준비 물품

EDTA tube(ACTH, Cortisol Assay 용 각각 준비)

Rt. petrosal sinus sample-용 tube(0, 2, 5, 10, 20분)

Lt. petrosal sinus sample-용 tube(0, 2, 5, 10, 20분)

Peripheral sample-용 tube(0, 2, 5, 10, 20분)

I-CRH 1 ampule (100 μ g or 1 μ g/kg)

(2) 검체의 취급

얼음물을 담은 종이컵을 미리 준비하고, EDTA가 들어있는 시험관을 채취 전에 냉각시켜 놓아야하며, 실험실에 4℃ 원심분리기를 가동시켜둔다. 채혈 후 신속히 혈장을 분리한 후 측정시까지 -20℃에 보관한다.

(3) 결과 보고 서식

Time(min)	ACTH(pg/ml)			Cortisol(μ g/kg)		
	RPS	LPS	P	RPS	LPS	P
0						
2						
5						
10						
20						

3) 판정 기준

쿠싱병인 경우 ACTH의 증가가 이루어지며 말초혈액 대 정맥동의 비는 1 : 2 이상으로 측정되고 CRH 자극후 1 : 3 이상이 된다.

이소성 ACTH 분비병변: 정맥동과 말초혈액의 ACTH 측정치가 유사하다.

뇌하수체내 좌,우측 병변의 확정: ACTH의 측정치가 CRH로 자극후에 좌우측을 비교하였을 때 1.4배 이상 차이가 나면 높은 쪽에 병변이 있음을 진단할 수 있다

2. Primary aldosteronism

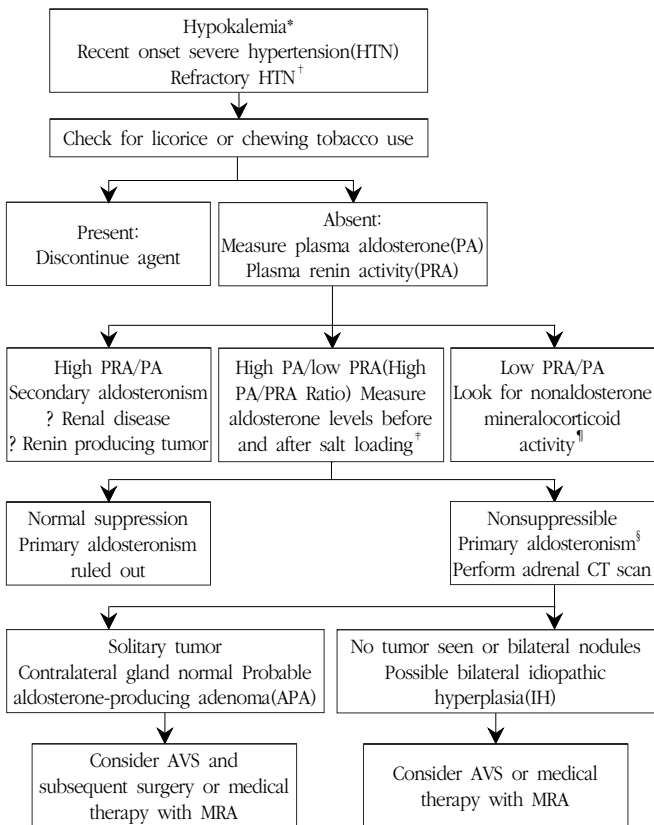
1) Criteria for diagnosis

- A) Diastolic hypertension without edema
- B) Hyposecretion of renin(as judged by low plasma renin activity level) that fails to increase appropriately during volume depletion(upright posture, sodium depletion)

- C) Hypersecretion of aldosterone that does not suppress appropriately in response to volume expansion

2) 진단

EVALUATING HYPERTENSIVE PATIENTS WITH SUSPECTED MINERALOCORTICOID EXCESS STATES



Source: Fauci AS, Kasper DL, Braunwald E, Hauser SL, Longo DL, Jameson JL, Loscalzo J: *Harrison's Principles of Internal Medicine*, 17th Edition: <http://www.accessmedicine.com> Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. All rights reserved.

Aldosterone > 15 ng/dL 이면서, $\text{aldo}(\text{ng/dL})/\text{PRA}(\text{ng/mL/hr}) > 30$ 이면 primary aldosteronism 을 강력히 시사함. 본원 내분비 검사 는 aldosterone 이 pg/mL 이므로 해석시 ng/dL 로 단위 변환 $[\text{ex}] 1000 \text{ pg/mL} \rightarrow 100 \text{ ng/dL}$ 하여 해석하도록 한다. **AVS, bilateral adrenal vein sampling

<Bilateral adrenal vein sampling에 대해>

- 1) **검사 과정:** ACTH 50 $\mu\text{g/hr}$ infusion 하면서 percutaneous femoral approach로 both adrenal vein과 IVC에서 aldosterone과 cortisol을 얻는다.
- 2) **해석:** adrenal vein/IVC cortisol ratio > 10 : 1 with ACTH or 3 : 1 without ACTH면 catheterization 이 잘됐다고 생각하고 Cortisol corrected aldosterone ratio가 4 : 1($\text{ng/dL per } \mu\text{g/dL}$) 이상이면 unilateral aldosterone excess 상태이며 3 : 1 미만이면 bilateral aldosterone hypersecretion으로 볼 수 있다.

	Basal adrenal vein/IVC cortisol ratio	Stimulated adrenal vein/IVC cortisol ratio
검사 적절성	➤ >3:15	➤ >10:1
	Cortisol corrected aldosterone ratio ($\text{ng/dl per } \mu\text{g/dL}$) > 4:1	Cortisol corrected aldosterone ratio ($\text{ng/dl per } \mu\text{g/dL}$) < 3:1
검사 해석	Unilateral aldosterone excess	Bilateral aldosterone hypersecretion

A) Renin 자극 검사

1. 준비: lasix 2amp(40 mg)

2. 검사 과정: 이노제는 최소 3주 전에 중단하고 검사 전에 serum K는 교정되어야 한다. 충분한 염분이 들어있는 정상 식사 하는 상태에서 자정 이후 누운 자세 유지하면서 아침 8시에 기저 renin activity, aldosterone 측정을 위한 채혈 후 검사실로 보낸다. 채혈과 동시에 lasix 40mg을 정맥 주사하고 그 후 2시간 동안 계속해서 서서 걸어 다니도록 하고 renin activity, aldosterone 측정을 위한 채혈을 한다.
3. 해석: 정상인에서는 renin activity 가 기저치의 2배 이상, 절대치 2.0 ng/ml/hr 이상 상승하며, 이런 반응을 보이지 않을 때는 primary aldosteronism을 의심할 수 있다.

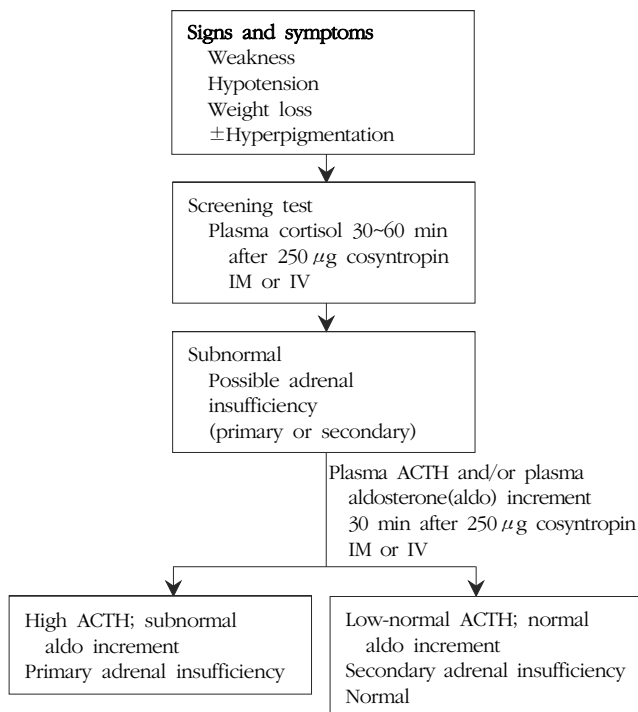
B) Saline loading test

1. 준비: 이노제, 항고혈압제(ACE inhibitor, ARB, B-blockers)는 1~2 주전에 중단, N/S 2L, 검사전에 serum K는 교정되어야 한다.
2. 검사 과정: 오전 8시에 기저 aldosterone, PRA 측정을 위한 채혈을 한 후 normal saline 2L를 4시간에 걸쳐 정맥 주입한다. 1시간 간격으로 혈압을 측정한다. 정오(12시)에 억제된 aldosterone, PRA 측정을 위한 채혈을 한다.
3. 해석: 정상인에서는 aldosterone, PRA가 기저치의 50% 이하로 억제된다. 반응이 없거나 억제되지 않으면 의심할 수 있다.
4. 금기: severe HTN(Diastolic pressure > 115 mmHg), cardiac failure

3. Adrenal insufficiency

1) 진단

EVALUATING PATIENTS WITH SUSPECTED ADRENAL INSUFFICIENCY



Source: Fauci AS, Kasper DL, Braunwald E, Hauser SL, Longo DL, Jameson JL, Loscalzo J: *Harrison's Principles of Internal Medicine*, 17th Edition: <http://www.accessmedicine.com>
Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. All rights reserved.

A) Rapid ACTH stimulation test

1. Best screening test for adrenal insufficiency, 식사나 시간에 무관하게 검사할 수 있다. 임상적으로 스테로이드 호르몬 투

여가 시급한 경우에는 dexametasone을 투여하고 이 검사를 시행한다.

2. 검사 과정: 기저 cortisol, aldosterone, ACTH를 측정한다.
Cosyntropin(synthetic ACTH) 250 μ g을 정주 또는 근육한 후 30분, 60분에 cortisol과 aldosterone 을 측정한다.
3. 해석: 정상인에서는 30분후 cortisol이 기저치보다 7 μ g/dL 이상, 절대치 20 μ g/dL 이상이 되며 60분후 18 μ g/dL 이상 된다. 반응이 비정상이면 primary 또는 secondary adrenal insufficiency를 의심할 수 있고 aldosterone이 5 ng/dL 이상으로 정상적으로 증가하면 secondary adrenal insufficiency로 진단할 수 있다.
4. 처방 실제

D	M	Code	처	방	명	용법/검체	1회용량	일수
1		IACHT	1AP/0.25MG	Synacthen	0.25mg	((1회)IV	1 AP	1
1		FNS5B	1PG/500ML	B-brown NaCl	0.9% 500	((1회)IV QD(진료과	1 PG	1
1		EF3AC	ACTH 급속부신피질	자극검사-3			1	1

2) Glucocorticoid preparation

Table 336-11. Glucocorticoid Preparations

Commonly Used Name ^a	Estimated potency ^b	
	Glucocorticoid	Mineralocorticoid
Short-Acting		
Hydrocortisone	1	1
Cortisone	0.8	0.8
Intermediate-Acting		
Prednisone	4	0.25
Prednisolone	4	0.25
Methylprednisolone	5	<0.01
Triamcinolone	5	<0.01
Long-Acting		
Paramethasone	10	<0.01
Betamethasone	25	<0.01
Dexamethasone	30-40	<0.01

3) Adrenal crisis Treatment

- A) 5% glucose in normal saline infusion 동시에 hydrocortisone 100 mg IV bolus 후 첫 24시간동안 10 mg/hr로 continuous infusion하거나 100 mg q 6hrs 투여한다.
- B) Volume infusion 후 혈압 오르지 않으면 dopamine같은 vasoconstrictive agent를 사용할 수 있다.
- C) 상태 호전되면 steroid 용량을 수일에 걸쳐 tapering 한다.

4. Pheochromocytoma

1) 임상 양상

Table 337-1. Clinical Features Associated with Pheochromocytoma

headaches	Weight loss
sweating attacks	Paradoxical response to antihypertensive drugs
palpitation and tachycardia	Polyuria and polydipsia
Hypertension, sustained or paroxysmal	Constipation
Anxiety and panic attacks	Orthostatic hypotension
pallor	Dilated cardiomyopathy
Nausea	Erythrocytosis
Abdominal pain	Elevated blood sugar
Weakness	Hypercalcemia

2) 진단

Table 337-2, Biochemical and Imaging Methods Used for Pheochromocytoma and Paraganglioma Diagnosis

Diagnostic Method	Sensitivity	Specificity
24-h urinary tests		
Vanillylmandelic acid	++	++++
Catecholamines	+++	+++
Fractionated metanephrines	++++	++
Total metanephrines	+++	++++
Plasma tests		
Catecholamines	+++	++
Free metanephrines	++++	+++
Chromogranin A	+++	++
CT	++++	+++
MRI	++++	+++
MIBG scintigraphy	+++	++++
Somatostatin receptor scintigraphy	++	++
Dopa(dopamine) PET(preliminary data)	++++	++++

3) 처방 실제

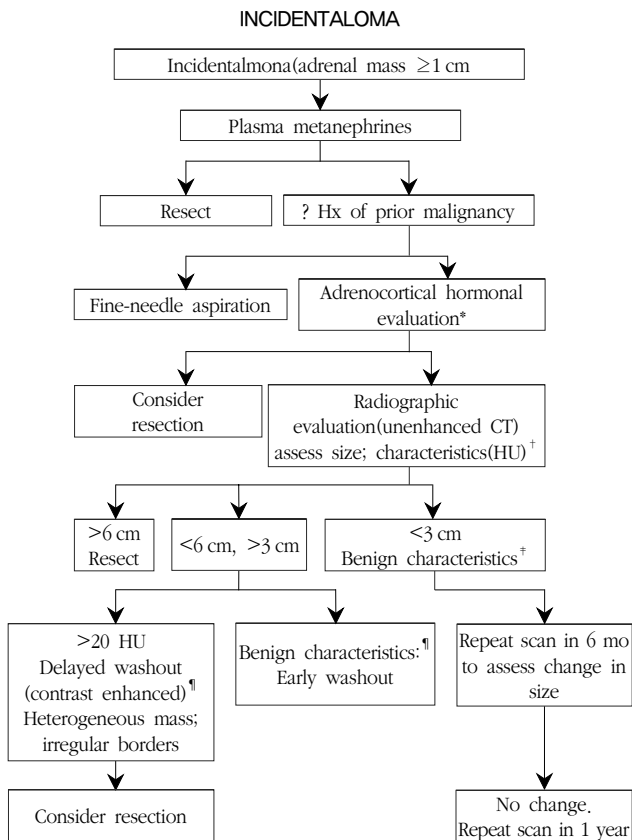
M	Code	처 방 명	용법 /검체	1회용량	일수	E	S
1	24CZ1	Epinephrine (U)		1	1		1
1	24CW1	Norepinephrine (U)		1	1		1
1	24CZ	Epinephrine (P)		1	1		1
1	24CW	Norepinephrine (P)		1	1		1
1	24C11	VMA(U)		1	1		1
1	24CT1	Metanephrine (U)		1	1		1

4) 치료

수술 전 10~14일전에 알파차단제(e.g., phenoxybenzamine 5~10 mg po tid → 20~30 mg po tid, 그러나 본원에는 없는 약제이므로 doxazosin, terazosin으로 대체함)를 먼저 투여하여 혈압을 조절하고, 베타차단제(e.g., 10 mg propranolol po tid or qid)를 사용하여 빈맥을 조절한다. 그리고 충분한 염분과 수분 섭취를 하게 하여 수술로 종양을 제거한 후 나타나는 혈량저하증과 shock의 위험을 줄일 수 있다. 혈압 조절이 잘 되지 않을

때에는 칼슘차단제나 angiotensin converting enzyme inhibitor를 사용할 수 있다.

5. Evaluation of Adrenal Incidentalomas



Source: Fauci AS, Kasper DL, Braunwald E, Hauser SL, Longo DL, Jameson JL, Loscalzo J: *Harrison's Principles of Internal Medicine*, 17th Edition: <http://www.accessmedicine.com> Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. All rights reserved.

** Adrenocortical hormonal evaluation

- overnight dexamethasone suppression test in all patients
- plasma renin activity/aldosterone ratio for hypertensives
- sex steroid(DHEA sulfate, estradiol) for clinical signs in females and males

** Benign characteristics

- homogeneous mass, smooth borders, HU<10

<처방실제>

M	Code	처 방 명	용법/검체	1회용량	일수	E	S
1	24CZ1	Epinephrine (U)		1	1		1
1	24CW1	Norepinephrine (U)		1	1		1
1	24CT1	Metanephrine (U)		1	1		
1	24CI1	VMA(U)		1	1		1
1	24CZ	Epinephrine (P)		1	1		1
1	24CW	Norepineph (P)		1	1		1
2	EF0ND	하룻밤 덤사메타손 억제검사		1	1		
2	B0R	1TB/0.5MG Dexamethasone 0.5mg/(1회)취침전에 복용		1	MG	1	
3	82UHS	Aldosterone 0,120분		1	1		
3	82UTS	PRA (P),Renin-0,120분		1	1		
4	ST057	DHEA-S(RIA)		1	1		
4	82UN	E2 (S)		1	1		

7 뇌하수체 질환(Disorders of the Pituitary)

1. Acromegaly

1) 진단

75 g oral glucose loading 1~2시간 후 GH이 1 μ g/L 미만으로 억제되지 않으면 acromegaly로 진단

처방 실제

일 자	Code	상 병 명	주 구분	R/O	치식	종결	입원과
20091123	E220	Acromegaly and pituitary g					상 병은 2 정확한 진 주증상을
M	Code	처 방 명	용법/검체	1회용량	일수		
1	EFGLG	포도당부하-GH 억제검사		1	1		
1	YG6LU	1BT/75GM Diasol S 75GM/150ML	(1회)검사 직전에	1	BT	1	
1	83WH	IGF-1 (S)		1	1		
1	83WP	IGFBP-3 (S)		1	1		

2) Acromegaly, GH-secreting adenoma evaluation 처방 실제

M	Code	처 방 명	용법/검체	1회용량	일수
1	S/O	-Double stimulation test-			
1	IRLHRH	1AP/0.1MG Relefact LH-RH 0.1mg	(1회)검사 & 처치용	1 AP	1
1	I20DW	1AP/20ML 20% Dextrose 4g/20ml	(1회)검사 & 처치용	4 AP	1
1	83VAS	ACTH (P) 6회 연속		1	1
1	83VCS	Cortisol 6회 연속		1	1
1	83VDS	FSH 5회 연속		1	1
1	83VES	LH 5회 연속		1	1
1	F6911	복합뇌하수체자극 (판독)		1	1
1	82UN	E2 (S)		1	1
1	82UO	Progesterone (S)		1	1
1	82UP	Testosterone (S)		1	1
1	83WM	IGF-1 (S)		1	1
1	83WP	IGFBP-3 (S)		1	1
1	82UA	T3 (S)		1	1
1	82UC	Free-T4 (S)		1	1
1	FNS5B	1PG/500ML B-brown NaCl 0.9% 50l	(1회)검사 & 처치용	1 PG	1
1	83VBS	GH 6회 연속		1	1
2	S/O	-TRH-TSH stimulation test-			
2	IRTRHB	1AP/ Preline	(1회)검사 & 처치용	1 AP	1
2	83VHS	TSH 5회 연속		1	1
2	FNS5B	1PG/500ML B-brown NaCl 0.9% 50l	(1회)검사 & 처치용	1 PG	1
2	83VFS	Prolactin 5회 연속		1	1
2	83VBS	GH 6회 연속		1	1
3	S/O	-Somatostatin suppression test-			
3	IOCT	1AP/0.1MG Sandostatin 0.1mg/Am	(1회)검사 & 처치용	1 AP	1
3	83VBS	GH 6회 연속		1	1
4	G1104	SKULL	SERIES	1	1
4	G1701	SELLA TURCICA	AP	1	1
4	G6502	HAND	B-AP,LAT	2	1
4	G7502	FOOT	B-AP,LAT	2	1
5	YCOLON	1BT/4LT Colyte	(1회)의사지시대로	1 BT	1
5	77AR	Colono Fibersc	Routine Check	1	1
5	FNS5B	1PG/500ML B-brown NaCl 0.9% 50l	(1회)검사 & 처치용	1 PG	1
5	IFLM3	1AP/3ML Flunil 3ml	(1회)검사 & 처치용	1 AP	1
5	IMDZA	1AP/5MG Midazolam	(1회)검사 & 처치용	1 AP	1
6	81TB2	ABDOMEN & PELVIS(복부 초음파)		1	1
6	81TP31	VASCULAR(CAROTID)DOPPLER(상하지/곤		1	1
6	81BB	Color D E		1	1
6	MR13J	SELLA (조영)(뇌및뇌경부혈관)		1	1

** G7502 FOOT Order remark에 heel pad 측정 기입

남자에서 23 mm, 여자에서 21.5 mm 이상이면 acromegaly 의심 가능



수술 후 한 시간 내로 GH $1\mu\text{g/L}$ 미만, 3~4일안에 IGF-1 정상으로 억제되어야 한다.

3) 치료

A) Surgery : TSA

수술 후 한 시간 내로 GH $1\mu\text{g/L}$ 미만, 3~4일안에 IGF-1 정상화되어야 한다.

B) Somatostatin analogue

octreotide acetate

sandostatin(IOCT): $50\mu\text{g tid}$ SC로 시작해 $1500\mu\text{g/day}$ 까지 증량시킨다.

sandostatin-LAR(IOCT10, IOCT20, IOCT30): long-acting octreotide

2. 복합뇌하수체 자극 검사(Combined anterior pituitary test)

1) 검사목적

Insulin, TRH, LHRH를 동시에 정맥 주사하여 뇌하수체에서 분비되는 각종 호르몬 분비능을 동시에 검사한다.

2) 검사방법

아침 공복에 채혈 침을 삽입하고 생리식염수를 정맥 주사하여 30분 이상 안정시킨다. 기저치 glucose, GH, FSH, LH, TSH, PRL, ACTH, cortisol를 채혈한다. Regular insulin(0.1 U/kg mix in FNS 5 mL), TRH와 LHRH(각각 $200\mu\text{g}$, $100\mu\text{g}$ mix in FNS 5 mL)를 일시에 정맥 주사한다. 주사 후 30, 60, 90, 120분에 채혈하여 glucose, GH, FSH, LH, TSH, PRL, ACTH, cortisol을 검사한다.

Regular insulin의 용량은 0.1 IU/kg로 하며, adrenal insufficiency가 의심되면 0.05 IU/kg, insulin resistance가 예상되는 환자는 0.2 IU/kg로 투여한다. 저혈당 증상이 심할 경우, 이미 goal(glucose < 40 mg/dL)에 도달했던 환자들은 과감히 고용량의 포도당을(eg. I-20DW 4 amp 이상) 투여한다.

<처방의 실제>

✓	1	S/O	MN NPO FOR Triple stimulation test-> 검사후			
✓	1	S/O	금일 Triple stimulation test시행			
✓	1	S/O	보호자 keep			
✓	1	S/O	insulin 투여 후 주치의 keep			
✓	1	FNSB	1PG/500ML B-brown NaCl 0.9% 500ML	(1회) IV OD	1 PG	1
✓	1	IRTRB	1AP/ Preline	(1회) 검사 & 처치용	1 AP	1
✓	1	IRLRRH	1AP/0.1MG Relefact LH-RH 0.1mg/1ml/Amp	(1회) 검사 & 처치용	1 AP	1
✓	1	IHLRIV	1VL/1000IU Humulin-R 100IU	(1회) 검사 & 처치용	5 IU	1
✓	1	I20DW	1AP/20ML 20% Dextrose 4g/20ml/Amp	(1회) 검사 & 처치용	4 AP	1
✓	1	83VAS	ACTH (P) 6회 연속		1	1
✓	1	EFTRI	복합뇌하수체 자극검사		1	1
✓	1	82UA	T3 (S)		1	1
✓	1	82UC	Free-T4 (S)		1	1
✓	1	F6911	복합뇌하수체 자극 (판독)		1	1

3) 해석

자극물질 (투여용량 및 방법)	반응 호르몬	정상 판정기준
Regular insulin (0.05~0.15 U/kg IV)	GH Cortisol ACTH	Glucose < 40 mg/dL and, GH > 3 ug/dL Glucose < 40 mg/dL and, Cortisol은 반드시 기저치에 비해 > 7 ug/dL이거나 > 20 ug/dL 이상 기저치에 비해 2~4배 상승하고 최고치가 20~100 pg/mL
TRH(200 ug IV)	Prolactin TSH	> 2 ug/L 그리고 기저치의 200% 이상 증가 갑상선 호르몬이 증가되지 않는 한 반드시 > 5 mU/L 이상
GnRH(100 ug IV)	LH FSH	기저치에 비해 10 IU/L 이상 증가 기저치에 비해 2 IU/L 이상 증가

Ref.) Harrison's Principles of Internal Medicine

3. Panhypopituitarism

치료

Table 333-4. Hormone Replacement Therapy for Adult Hypopituitarism

Trophic Hormone Deficit	Hormone Replacement
ACTH	Hydrocortisone(10~20 mg A.M.; 5~10 mg P.M.) Cortisone acetate(25 mg A.M.; 12.5 mg P.M.) Prednisone(5 mg A.M.; 2.5 mg P.M.)
TSH	L-Thyroxine(0.075~0.15 mg daily)
FSH / LH	Males Testosterone enanthate(200 mg IM every 2 weeks) Testosterone skin patch(5 mg/d) Females Conjugated estrogen(0.65~1.25 mg qd for 25 days) Progesterone(5~10 mg qd) on days 16~25 Estradiol skin patch(0.5 mg, every other day) For fertility: Menopausal gonadotropins, human chorionic gonadotropins
GH	Adults: somatotropin(0.1~1.25 mg SC qd) Children: Somatotropin [0.02~0.05(mg/kg per day)]
Vasopressin	Intranasal desmopressin(5~20 μ g twice daily) Oral 300~600 μ g qd

Kyunghee Manual of Internal Medicine

신 장



경희의대 내과 학술사업단

목 차

1. 요검사의 해석	67
2. Hematuria	68
3. Proteinuria	70
4. Renal biopsy	71
5. Metabolic acidosis	74
6. Metabolic alkalosis	82
7. 수액 요법	85
8. Hyponatremia	87
9. Hypernatremia	95
10. Hypokalemia	98
11. Hyperkalemia	107
12. Hypocalcemia	111
13. Hypercalcemia	112
14. Hypomagnesemia	116
15. Hypermagnesemia	118
16. Acute kidney injury	119
17. Rhabdomyolysis	126
18. Radiocontrast-induced AKI	129
19. Chronic kidney disease	132
20. Hemodialysis	150
21. Peritoneal dialysis	167
22. Glomerular disease	187
23. Kidney transplantation	200
24. Diuretics	238
25. 부록	245

1. 요검사의 해석

(22BC, 22BB)

Urinalysis Occult Blood	-		-
Bilirubin	-		+++ (3.0)
Urobilinogen	Negative	mg/dL	+(0.1)
Keton	Negative	mg/dL	+(5)
Protein	Negative		+++ (300)
Nitrite	-		-
Glucose	-	g/dL	-
pH	5.0~8.0		5.0
SG	1,010~1,025		1,013
Leukocytes	-		+(10)
Urine Micro RBC	0~4	HPF	10~29
WBC	0~4	HPF	5~9

1.1. Urinalysis(22BC) → dipstick

Urine Micro RBC/ WBC(22BB) → 현미경으로 직접 관찰

1.2. dipstick proteinuria 해석 주의

ex) +++(300) mg/dL ≡ 정량 분석 시 3,000 mg/g(24 hr)

1.3. Keton → DKA 시 (+)

1.4. Nitrite(+) → G(-) organism에 의한 UTI 의심

1.5. hematuria와 proteinuria 동반 시 glomerular disease 의심

1.6. 24 hrs urine collection이 잘 되었는지는 Cr 수치를 참고한다.

정상 성인의 하루 Cr 배설량은 남자 20~25 mg/kg/day, 여자 15~20 mg/kg/day이다.

2. Hematuria

2.1. definition

- ▷ hematuria: $>3(2\sim5)$ RBCs/HPF
- ▷ gross hematuria: >100 RBCs/HPF

2.2. diagnosis

2.2.1. 기본 order

22BB	Urine microscopy	Urine, random
22BC	Urinalysis	Urine, random
30JE	Urogenital (Aerobic)	Urine, random
21AR3	Urine RBC Morphology	
21AR2	Urine MCV	
53NHT	Voided urine(T)	HEMATURIA
53NHT	Catheterized urine(T)	HEMATURIA
X205	경정맥 신우조영 INTRAVENOUS PYELOGR	
81TB2	ABDOMEN & PELVIS (복부 초음파)	
CT11D	역동촬영 (ABDOMEN CT)	

2.2.2 주의사항

- ▷ Urine cytology(voided or catheterized urine 둘 중에 하나)
- ▷ IVP(X205)는 선택 사항
- ▷ abdomen CT(CT11D)는 painless gross hematuria, older 등의 urogenital ca. 의심되는 환자에서 abd.sono. 대신에 first로 시행할 수도 있다.
- ▷ hematuria+significant proteinuria 동반 시 glomerular disease 의심하여 autoimmune lab.과 24 hr urine collection, kidney biopsy 고려

2.2.3. 해석

- ▷ RBC morphology(dysmorphic RBC) $>30\%$ (or 50 or 80%)
→ glomerular origin
- ▷ Urine MCV: $<72\text{fl}(80\text{fl})$

Urine mcv/Serum mcv <1

→ glomerular origin

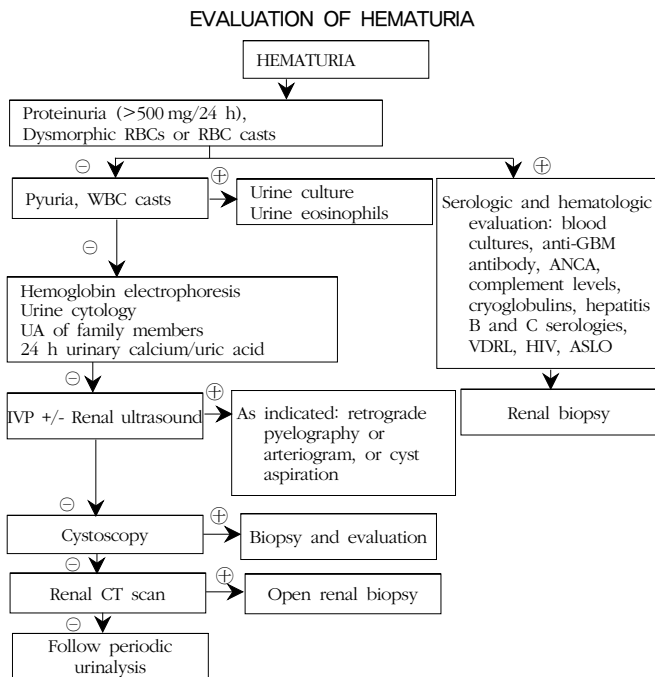
▷ Acanthocyte $\geq 5\%$

2.2.4. dipstick

▷ false positive: semen, alkaline, dilution urine

▷ false negative: 과량의 vitamin C

참고. Harrison table



Source: Fauci AS, Kasper DL, Braunwald E, Hauser S L, Longo DL, Jameson JL, Loscalzo J: Harrison's Principles of Internal Medicine, 17th Edition: <http://www.accessmedicine.com> Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. All rights reserved.

3. Proteinuria

3.1. 기본 order

22B0R	Random Protein	Urine, random
22B0R	Random Creatinine	Urine, random
22B0	Protein	Urine, 24hr
22BQ	Creatinine	Urine, 24hr

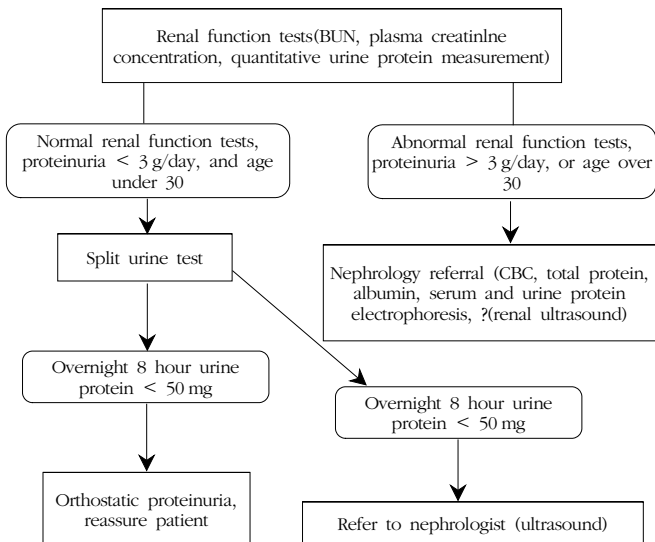
3.2. 주의사항

- ▷ 다른 kidney disease와 같이 기본적으로 abd. sono 시행한다.
- ▷ BUN, Cr, electrolytes 등 기본적인 lab. 시행
- ▷ random urine은 되도록 아침 첫뇨로 수집
- ▷ hematuria 동반되는지 반드시 확인
- ▷ 82 UK microalbumin(내분비 lab.) → DM 시 처방하기도
- ▷ dipstick protein에 비해 quantitative proteinuria 심하면 multiple myeloma 의심

3.3. 검사의 해석

- ▷ spot urine(random urine) → 24hr urine collection과 동일한 가치가 있다.
random protein/random Creatinine 단위 g/g(Cr) or g/day
ex) urine protein 300 mg/dL, urine creatinine 150 mg/dL 시
→ PCR(protein-creatinine ratio) $300/150=2$ g/g(g/day)
- ▷ 24 hr urine → 함께 수집된 Cr 참고하여 계산
ex) 24 hr urine protein 500 mg, Cr 500 mg일 때
proteinuria 1,000 mg/day로 추정
- 하루에 urine Cr 1,000 mg 이상 수집되어야 정상이므로, 그 이하일 때는 1,000 mg을 기준으로 계산

3.4. proteinuria evaluation(uptodate 참고)



4. Renal biopsy

4.1. 기본 order

F5D5B	1PG/500ML 5% Dextrose 25 g/500 ml	(1회) IV QD
ITRS	1AP/500MG Tranexamic acid 500 ml	(1회) Fluid에 Mix
540MK	신장 침생검(kidney needle biopsy)	Kidney
81TO	US GUIDED BIOPSY(초음파 유도 중재적)	
80BD	침생검(간, 신, 폐)	
25ES	Cryoglobulin	
25IN	RA factor	
21BM1	ANA (정량)	
25AC1	C-ANCA	
25AC2	P-ANCA	
25IA	IgG	
25IB	IgA	
25IC	IgM	
25SQ	IgE	

25EQ1	C3 + C4	
25EL	ASO titer	
22CN	Na	Urine, random
22BT	Urea Nitrogen	Urine, random
22BO	Protein	Urine, random
22BQ	Creatinine	Urine, random
22BO	Protein	Urine, 24hr
22BQ	Creatinine	Urine, 24hr
22BT	Urea Nitrogen	Urine, 24hr
22BY	CrCl	Urine, 24hr
22CN	Na	Urine, 24hr
22CK	K	Urine, 24hr
22CC	Ca	Urine, 24hr
22CD	P	Urine, 24hr
81TB2	ABDOMEN & PELVIS(복부 초음파)	

4.2. 선택사항

82UH	Aldosterone(S)	
82UT	PRA(P), Renin	
82UL	B2-MG(S)	
82UL1	B2-MG(U)	Urine, 24hr

hemoptysis(or epistaxis)나 lung lesion 있으면 반드시 anti-GBM AB(ST186) 검사

4.3. 주의사항

1. 보통 renal Bx는 월, 수, 금요일 오전 10시 50분에 있다.
2. 외래에서 올라온 환자는 반드시 renal biopsy 예약되어 있는지 초음파 방에 확인 안 되어 있으면 예약(최소한 하루 전에는 예약해야 한다).
3. aspirin 등의 antiplatelet 복용하고 있는지 확인.
4. 동의서(유전자 동의서, 신장염 연구 동의서, 신생검 동의서) 받을 것. 유전자 동의서와 신장염 연구 동의서는 order 방 안 책장의 신장염 연구 동의서 파일 안에 보관.
5. 신장내과 컴퓨터의 신장장부 renal biopsy에 형식에 맞게

명단 작성.

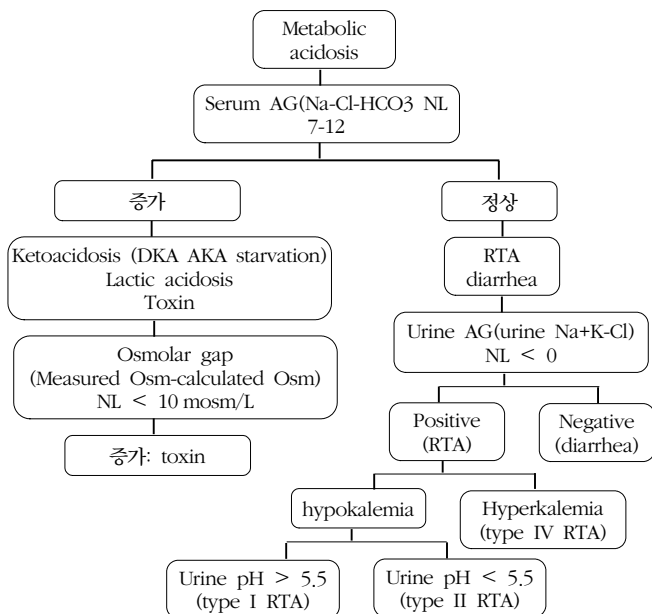
6. 주치의는 fellow선생님(biopsy 하는 선생님)께 반드시 아침에 biopsy 있음을 알린다.
7. 환자 초음파 방에 내려갈 때, fellow 선생님 연락, 인턴 선생님 연락
8. 미리 작성한 병리 slip 3장 병리과에 내린다(Hx, lab.등 자세히 작성).
9. 여분 cryotube, RNA 시액 넣은 cryotube 2개와 병동에서 label지 가지고 내려간다.
10. biopsy 끝나면 fellow 선생님과 함께 병리과에 올라간다.
11. 여분 조직은 여분 cryotube, RNA 검체는 RNA cryotube에 넣어서 7층 병동 냉장고 안에 순서대로 정리한다.
12. 인턴 선생님이 가지고 온 serum(centrifuge 돌린 것), CBC sample, urine sample(3개)도 냉장고 안에 순서대로 정리한다.
13. biopsy 다음날 abdominal sono(renal sono, or renal doppler), CBC 시행하여 hematuria, hematoma 소견 없으면 퇴원(minimal perirenal hematoma도 퇴원 가능).

5. Metabolic acidosis

5.1. metabolic acidosis evaluation(Harrison p288, Upto-date)

Table 48-3 Steps in Acid-Base Diagnosis

1. Obtain arterial blood gas (ABG) and electrolytes simultaneously
2. Compare $[\text{HCO}_3^-]$ on ABG and electrolytes to verify accuracy.
3. Calculate anion gap (AG).
4. Know four causes of high-AG acidosis (ketoacidosis, lactic acid acidosis, renal failure, and toxins).
5. Know two causes of hyperchloremic or nongap acidosis (bicarbonate loss from GI tract, renal tubular acidosis).
6. Estimate compensatory response (Table 48-1).
7. Compare ΔAG and ΔHCO_3^- .
8. Compare change in $[\text{Cl}^-]$ with change in $[\text{Na}^+]$.



* RTA(Renal tubular acidosis)

(uptodate)

	type I RTA(distal)	type 2 RTA(proximal)	Type 4 RTA (hypoaldosteronism)
primary defect	distal acid excretion defect	proximal HCO_3^- -reabsorption defect	aldosterone감소/ resistant
plasma HCO_3^-	< 10mEq/L	12~20 mEq/L	>17 mEq/L (secondary)
Urine pH	>5.3	> 5.3 (특히 alkali 치료시) < 5.3(sHCO_3^- 안정시)	< 5.3
plasma K+	hypokalemia	hypokalemia	hyperkalemia(main)
기타	hypercalciuria (bone resorption 증가) hypocitraturia	hypercalciuria, hyperuricosuria hyperphosphaturia, AAuria	
Dx	urine acid loading test 이후에도 urine pH>5.5, UNa>25 mEq/L	FE(HCO_3^-)>15% (NaHCO_3 0.5~1.0 mEq/kg/hr 주입시)	
Tx	유아: bicarbonate 1~3 mmol/kg/day(성장위해) 성인: Na,citrate/K,citrate (결석방지)	bicarbonate 5~15mmol/kg/day, K+/vit D 보충	

normal AG metabolic acidosis → urine AG (+)(type II은 (-) → K conc. → urine pH
(renal failure 없이 metabolic acidosis일 때 주의)

* urine acid loading test: 3일 동안 oral ammonium chloride 복용 후 serum과 urine pH 측정, 정상은 acidic serum으로 인해 acid excretion 증가, urine pH<6.

* hypocitraturia: acidemia → prox.tubule에서의 citrate 흡수 억제, hypocitraturia → urinary stone 증가

■ Type I RTA

- ① pathophysiology: distal tubule의 excretion 장애

(다음 three pathway 중 하나가 관여)

H⁺ pump activity 감소

- ② distal tubular Na⁺ reabsorption 감소

→ tubular(+) electivity 증가

→ H⁺ 분비를 위한 electrical gradient 감소

- ③ luminal memb. permeability 증가로

인한 H⁺의 backleak

▷ plasma HCO₃⁻

H⁺ 분비 감소로 인한 심한 acidosis

(HCO₃⁻ < 10 mEq/L)

but 치료위한 alkali 양은 적다(1 to 2 mEq/L)

: renal loss 없으므로

▷ Urine pH

H⁺ 분비 감소로 인한 Urine pH > 5.3

▷ plasma K⁺

mild hypokalemia

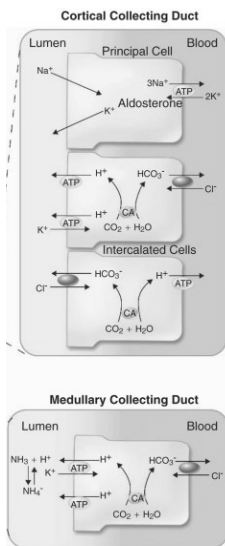
- ① Na⁺ 흡수로 생긴 luminal negativity를 중화하기 위해 (+) charge ion의 분비가 필요하나, H⁺의 분비 감소로, K⁺의 더 많은 분비가 필요하여 K⁺ wasting이 발생

- ② collecting tubule의 H⁺-K⁺ exchanger activity 감소

→ K⁺ wasting

▷ hypercalciuria

→ chronic acidosis로 인한 bone resorption 증가



■ Type II RTA(proximal RTA)

▷ pathophysiology

proximal tubule의 HCO_3^- reabsorption 감소(alkaliuria)

→ plasma HCO_3^- 감소(→ filtration 된 HCO_3^- 감소)

→ distal tubule의 HCO_3^- reabsorption threshold 이하로 감소

→ tubular HCO_3^- excretion은 정지

(대부분 distal tubule에서 흡수 가능)(aciduria로 변환)

→ plasma HCO_3^- 일정수준 유지(mild acidosis)

HCO_3^- reabsorption

: proximal tubule에서 90%, distal tubule에서 10%)

▷ plasma HCO_3^-

mild acidosis 12~20 mEq/L 유지

▷ urine pH

alkaliuria(urine pH>5.3)에서 aciduria(urine pH<5.3)

(distal duct에서의 acid excretion은 보존)

alkali Tx 시 plasma HCO_3^- 증가→filtered HCO_3^- 증가

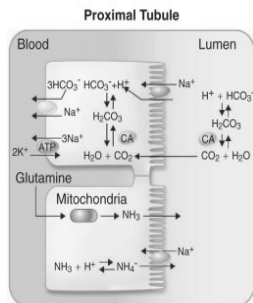
→ distal tubule의 threshold 초과→alkaliuria

▷ plasma K^+

proximal Na^+ reabsorption 감소→distal Na^+ , water flow 증가→distal tubule에서의 K^+ excretion 증가

→hypokalemia→alkali 치료시 filtered HCO_3^- 증가→distal flow 증가→ K^+ excretion 악화

▷ 치료를 위한 HCO_3^- 양은 많다(wasting이 많으므로).



■ Type IV RTA(hypoaldosteronism)

▷ pathophysiology

hypoaldosteronism \rightarrow Na^+ channel closure \rightarrow luminal (+)
electivity \rightarrow K^+ 분비 감소 \rightarrow hyperkalemia

▷ plasma HCO_3^-

hyperkalemia \rightarrow transcellular $\text{K}^+ - \text{H}^+$ exchange \rightarrow mild acidosis

▷ urine $\text{pH} < 5.3$

acidosis compensation 하기 위해 HCO_3^- reabsorption 증가
(Harrison 16th table p1699)

TABLE 265-2 Comparison of Normal Anion-Gap Acidoses

Finding	Type 1 RTA	Type 2 RTA	Type 4 RTA	GI Bicarbonate Loss
Normal anion-gap acidosis	Yes	Yes	Yes	Yes
Minimum urine pH	>5.5	<5.5	<5.5	5 to 6
% Filtered bicarbonate excreted	<10	>15	<10	<10
Serum potassium	Low	Low	High	Low
Fanconi syndrome	No	Yes	No	No
Stones/nephrocalcinosis	Yes	No	No	No
Daily acid excretion	Low	Normal	Low	High
Urine anion gap	Positive	Negative	Positive	Negative
Daily bicarbonate replacement needs	<4 mmol/kg	>4 mmol/kg	<4 mmol/kg	Variable

5.2. 검사의 해석

① Serum AG \rightarrow high AG/normal AG

② Urine AG($\text{Na} + \text{K} - \text{Cl}$, $\text{NL} < 0$): normal AG 시 시행

정상(negative): diarrhea

비정상(positive): RTA

③ Osmolar gap: high anion gap 시 시행

(measured AG - calculated AG: $\text{NL} < 10$ mmol/L)

OG이 높다는 것은 pseudohyponatremia(hyperproteinemia, hyperlipidemia) 혹은 Na/glucose/urea 이외의 다른 osmolyte 가 존재함을 의미(methanol, ethylene glycol 등). 증가를 의미.
→ OG 증가: toxin에 의한 metabolic acidosis

- ④ K⁺: RTA에서 hypokalemia(type I, II RTA), hyperkalemia (type IV)
- ⑤ urine pH: pH<5.5(type II RTA), pH>5.5(type I RTA)
- ⑥ $\Delta AG/\Delta HCO_3^-$: mixed metabolic acidosis(high AG)에서 시행
 <1 : mixed high AG metabolic acidosis + normal AG metabolic acidosis or respiratory alkalosis
 1 : DKA, 1.5 : lactic acidosis
 >2 : mixed high AG metabolic acidosis + metabolic alkalosis or respiratory alkalosis

5.3. 검사의 설명 I

■ serum anion gap

$Na^+ - (Cl^- + HCO_3^-)$ NL: 7~12

▷ high anion gap

▶ ketoacidosis(DM, alcoholic, starvation)

▶ lactic acidosis

Type I hypoxia, hypotension,

Type II sepsis, liver 기타 malignancy

▶ toxin

Methanol, ethylene glycol, salicylate

▶ ESRD

→ effective renal function 감소

Ammoniogenesis 감소, H⁺배출감소

Organic acid 증가

▷ normal anion gap

▶ Diarrhea(HCO_3^- 배출증가)

▶ RTA type I(distal): renal acid 배출감소

type II(proximal): HCO_3^- 흡수 감소

type IV: hypoaldosteronism

▶ mild to mod. Renal failure(type IV)

■ Urine anion gap: $\text{Na}^+ + \text{K}^+ - \text{Cl}^-$, $\text{NL} < 0$: normal AG 시 시행

NH_4^+ 가 배출될 때 Cl^- 와 결합하여 배출되므로, 정상 renal acidification 가능하면, urine NH_4Cl 즉 Cl^- 가 증가하여 urine anion gap은 정상적으로 negative but RTA는 renal acidification 장애가 있으므로, urine Cl^- 감소하여 urine AG은 positive value를 가진다.

5.4. 검사의 설명 II

■ compensation of metabolic acidosis

$\text{Pco}_2 = 1.5 \times [\text{HCO}_3^-] + 8 \pm 2$ or

HCO_3^- 1 mEq/L ↓ 당 Pco_2 1.25 mmHg ↓

■ compensation of metabolic alkalosis

HCO_3^- 1 mEq/L ↑ 당 Pco_2 0.75 mmHg ↑

■ compensation of respiratory acidosis

acute PCO_2 10 mmHg ↑ 당 HCO_3^- 1 mEq/L ↑

chronic PCO_2 10 mmHg ↑ 당 HCO_3^- 4 mEq/L ↑

■ compensation of respiratory alkalosis

acute PCO_2 10 mmHg ↓ 당 HCO_3^- 2 mEq/L ↓

chronic PCO_2 10 mmHg ↓ 당 HCO_3^- 4 mEq/L ↓

5.5. Treatment of Metabolic acidosis

- ▷ pH $M < 7.1$ acidosis에 관계없이 Tx.
- ▷ ketoacidosis/lactic acidosis 시 pH < 7.1 , $\text{HCO}_3^- < 10$
- ▷ 그외 acidosis는 조기에 Tx. 할 수도
- ▷ HCO_3^- deficit
 - = $0.5 \times \text{body weight} \times (\text{HCO}_3^-{}^{\text{desired}} - \text{HCO}_3^-{}^{\text{measured}})$
 - 계산된 총 mEq의 50%를 첫 12시간 내 5 DW에 mix
- ▷ ESRD에서의 acidosis Tx.
 - 목표: $[\text{HCO}_3^-] = 22 \text{ mEq/L} (20 \sim 24)$
 - Daily dose of $1.0 \sim 1.5 \text{ mEq/kg/day}$
- ▷ 과도한 alkalosis 부작용
 - Volume overload, hypernatremia, hypokalemia, hypocalcemia,
 - cardiac dysfunction, inadequate oxygenation

5.6. Study

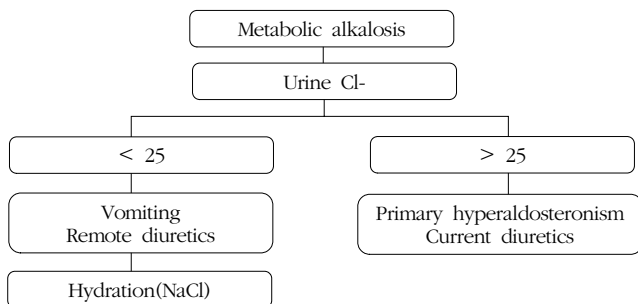
■ Buffering of acid(Uptodate)

- ▷ extracellular buffers
 - ▶ HCO_3^- , inorganic phosphate(NaPO_4^{2-} , CaPO_4^- 등), plasma protein(pr^-)
- ▷ intracellular buffers
 - ▶ inorganic phosphate, organic phosphate(methyl, ethyl, ethanol, phosphate), Hb in RBC
- ▷ bone buffers
 - uptake of some of the excess H^+ ions by bone
 - ▶ exchange for surface Na^+ , K^+
 - ▶ by dissolution of bone mineral, resulting in the release of buffer compounds, such as NaHCO_3 and KHCO_3 initially
 - ▶ then CaCO_3 and CaHPO_4 , into the extracellular fluid

- ▶ osteoblastic activity ↓, osteoclastic activity ↑ by acidosis
- ▶ stone formation by acidosis
- ▷ Ca_2^+ release 증가 from bone by acidosis, Ca_2^+ excretion 증가 in kidney → Calcium oxalate stone 증가
- ▷ citrate reabsorption 증가 in proximal tubule
 - Urinary citrate is normally an important inhibitor of stone formation, by forming a nondissociable but soluble complex with Ca_2^+ , thereby decreasing the availability of free Ca_2^+ to precipitate with oxalate
- ▷ urine pH ↓ → $\text{urate} + \text{H}^+ \rightarrow \text{uric acid}$
 - precipitation of uric acid can then act as a nidus for calcium stone formation
- ▷ 40% buffering 담당 in acute acidosis
 - but 주로 chronic acidosis에서 역할
 - chronic acidosis in ESRD → bone buffering(bone mineral 감소)
 - skeletal muscle buffering(muscle wasting)

6. Metabolic alkalosis(Uptodate)

6.1. Metabolic alkalosis evaluation



6.2 Diagnosis of Metabolic alkalosis

① urine Cl^- concentration $< 25\text{mEq/L}$

→ vomiting/ late diuretics

② urine Cl^- concentration $> 25\text{mEq/L}$

→ aldosterone excess(H^+/Cl^- excretion 증가)/early diuretics

▷ 보통 volume contraction 시 Na , Cl 모두 reabsorption으로 urine Na , Cl 모두 감소하나, alkalosis에서는 renal excretion of excess bicarbonate 인해(NaHCO_3 의 형태) urine Na , HCO_3^- 의 분비 증가한다. 보통 urine $\text{pH} > 7.0$ 시 urine Na 대신 Cl 측정한다.

($\text{pH} < 6.5$ 시에는 urine Na 가능)

6.3 Treatment of metabolic alkalosis

■ volume contraction(vomiting/diuretics)

→ hydration(NaCl solution)

→ HCO_3^- excretion 증가 by intraluminal $\text{Cl}^-/\text{HCO}_3^-$ exchange 증가(cortical type B intercalated cell)

HCO_3^- resorption 감소 by Na^+ resorption 감소/ H^+ excretion 감소

→ urine $\text{pH} > 7.0$

■ hypokalemia

→ KCl administration

→ extracellular shifting of H^+

→ buffering to HCO_3^- , intratubular cell H^+ 감소

→ H^+ excretion 감소

■ edematous state

→ KCl administration, acetazolamide(NaHCO_3 resorption 억제)

■ primary hyperaldosteronism

→ 원인 질환 치료

6.4. study

■ Cause of metabolic alkalosis

→ each meq of H^+ loss → each meq of HCO_3^- 증가

$H_2O \rightarrow H^+ + OH^- \rightarrow H^+$ 분비, 나머지 $OH^- + CO_2 \rightarrow HCO_3^-$

■ volume contraction

intravascular volume을 유지하려는 방향으로 변화

→ Na/Water reabsorption 증가 in distal tubule by aldosterone

→ (K^+ secretion 증가 → hypokalemia → metabolic alkalosis)

(H^+ secretion 증가 → HCO_3^- 증가)

■ GI H^+ loss

vomiting, NG tube suction

→ HCl loss

■ Renal H^+ loss

① renal acid loss by diuretics

→ enhanced delivery of Na/Water to distal tubule

+ aldosterone 분비 증가 (by volume contraction)

→ Na/K exchange in principal cell → hypokalemia → alkalosis

② H^+ ATPase pump by aldo, directly in intercalated cell

③ Na resorption을 통한 intraluminal negativity

→ passive movement of H^+

②③에 의해 H^+ secretion 증가

→ hypokalemia, H^+ 감소 → HCO_3^- 증가

▷ primary aldosterone excess

▷ Loop or thiazide diuretics

■ intracellular H^+ shifting

→ hypokalemia

→ K^+ to extracellular/ H^+ to intracellular exchange

→ intracellular acidosis in renal tubular cell

→ intraluminal H^+ secretion/ HCO_3^- resorption

7. 수액 요법(Uptodate, Harrison p274)

7.1. water 조성

▷ BW의 60%(남성), 50%(여성)

▷ ICF: ECF=2: 1

▷ intravascular=1/4 of ECF

= $(2/3 * 1/3 * 1/4)$ of Body weight

=1/18 Body weight(1/12 of body water)

7.2. fluid 공급

각 fluid 1L iv 시 intravascular volume 증가

	1,000 ml 주입 후 변화		
	ICF	ISF	IV
5DW	666	251	83
half			160
NS		750	250
colloid			1000

7.3. polyuria(> 3L/day)

7.3.1. 기본 order

① urine osmolality

② Urine Na(hyponatremia 시 primary polydipsia)

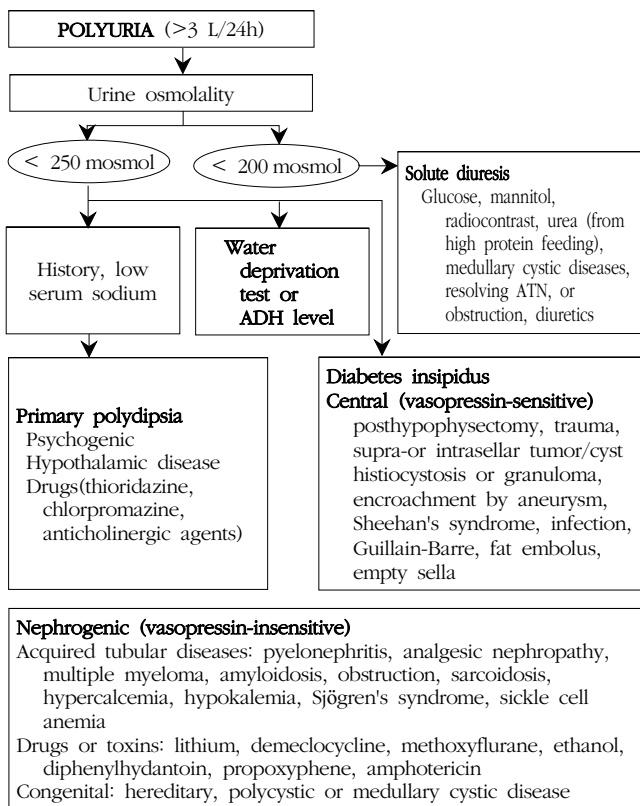
③ ADH level

④ water deprivation test

- 매시간 BW, serum/urine osmolality, urine volume 측정
- ⑤ DDAVP 0.03mcg/kg IV/SC → 1, 2시간 후 urine OSM 측정

Figure 45-4

EVALUATION OF POLYURIA

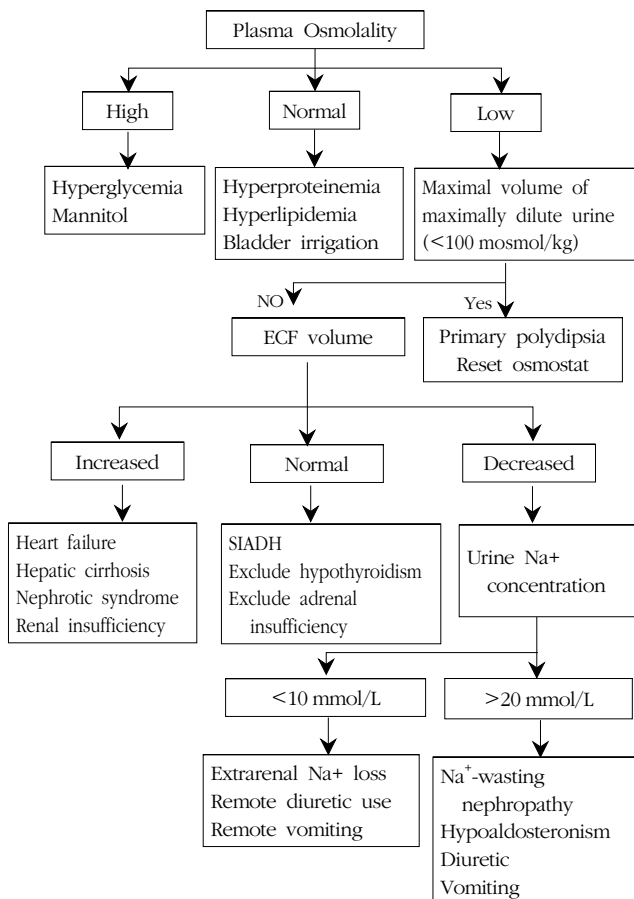


Source: Fauci AS, Kasper DL, Braunwald E, Hauser SL, Longo DL, Jameson JL, Loscalzo J: *Harrison's Principles of Internal Medicine, 17th Edition*: <http://www.accessmedicine.com>
Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. All rights reserved.

8. Hyponatremia(Uptodate, Harrison p277)

8.1. Hyponatremia evaluation

CLINICAL APPROACH TO HYPONATREMIA



8.2. 기본 order I

24PS	신기능 검사	
24DY	Na	
24DX	K	
24DW	Cl	
24CJ	Osmol (S)	
24CJ1	Osmol (U)	
22CNR	Random Na	Urine, random
22CKR	Random K	Urine, random
24D3	pH, PCO ₂ , PO ₂	ROOM Air
EPTFT	갑상선기능검사-NEW	
EF3AC	ACTH 급속부신피질 자극검사-3	
81TB2	ABDOMEN & PELVIS (복부 초음파)	

8.3. 기본 order II

- ① serum Na, K, urea, uric acid
- ② spot urine Na, K
- ③ serum/ urine osm.
- ④ TFT, ACTH/cortisol(rapid ACTH test)
- ⑤ ABGA(acid-base)
- ⑥ Hx
 - drug Hx(특히 diuretics), fluid loss(diarrhea, vomiting)
 - lung ca, CNS dis. Hx.
 - skin turgor, tongue, jugular vein, pretibial pitting edema,
 - ascites

8.4. acid-base & K에 따른 진단 tip

- ▶ metabolic alkalosis + hypokalemia: diuretics, vomiting
- ▶ metabolic acidosis + hypokalemia: diarrhea
- ▶ metabolic acidosis + hyperkalemia: adrenal insufficiency

* Adrenal insufficiency(A.I.)

(Harrison) 삼성 448, W 633, 내분비기능검사해석

■ 증상(fatigue+GI Sx.+Sepsis Sx+hypoglycemia+hypnatremia)

fatigue, anorexia, weight loss, hypoglycemia, GI sx. hyponatremia, hyperpigmentation, hypotension, hyperkalemia

→ primary에만 주로 나타나고, secondary A.I 시에는 acute crisis 이외에는 잘 나타나지 않는다.

eosinophilia, anemia

■ Dx

1) basal cortisol/ACTH level(a.m 8시, p.m 6시)

24 hr urine 17-OHCS, 17-KS

2) rapid ACTH stimulation test

▷ cosyntropin(synthetic ACTH, IACTH) 250 ug(1A) im or iv

▷ basal/30분/60분 cortisol, aldosterone 측정, basal ACTH 측정
시간에 관계없이 측정 가능

▷ steroid 사용 중이거나 바로 사용해야 하는 경우

→ Dexa. 0.5 mg bid로 시작(타 steroid는 검사에 영향 미친다)

검사 해석

1. cortisol

Normal response peak level >18 ug/dl(20 ug/dl), 기저치의 2배, 7 ug/dl 이상 증가

→ normal or partial secondary A.I.(partial secondary A.I R/O 할 수 없다)
partial response peak level(minimal>7 ug/dl) → partial secondary A.I
no response → primary A.I

2. aldosterone

(renin-angiotensin-aldosterone axis 있어 secondary 때도 분비 가능)
normal response → basal 보다 5 ng/dl 이상 or 2~3배 이상 증가

3. basal ACTH level(NL 오전 9시<80 pg/dl)

primary A.I >50 pg/dl(보통 >200 pg/dl) → 삼정 >250 pg/ml

secondary A.I<10 pg/dl → 삼정<20 pg/ml

8.5. Treatment of Hyponatremia

8.5.1. 주의사항

seizure, confusion 등 neurologic sign 있을 시에만 hypertonic saline 주고, 자주 serum Na 체크하여 Normal saline 으로 교체할 지 결정한다.

Hypertonic saline 만들기: NS400 ml + INACL(40 mEq) 5A mix

8.5.2. 교정 방법

▷ 교정 속도

0.5~1(asymptomatic) or 1~2 mEq/hr(symptomatic), 10~12 mEq/day

▷ 교정 예

ex) serum Na 115 mEq/L일 때

0.5~1(asymptomatic) or 1~2 mEq/hr, 10~12 mEq/day까지
만 올릴 때, 필요한 NS 양은?

① 1000ml of NS 당 154 mEq/L 존재

② 하루에 필요한 Na 양(A mEq)은?

전체 체중 BW의 60% or 50% 수분(dehydration 상태 일 때)

$0.6 * BW * 10 \text{ mEq/L (하루에 목표 Na 양)} = A$

③ 하루에 필요한 fluid 양(X ml) 계산

$1000 \text{ ml} : 154 \text{ mEq/L} = X : A$

$X = 1000 A / 154$

④ 시간당 fluid 속도?

$(1000A/154)/24\text{hr} = B \text{ ml/hr}$

▷ 과다교정시 → half saline이나 5DW로 교체하면서 자주 serum Na 체크

8.6. study(Cause of Hyponatremia)

- ▷ water overload → hypoosmolarity → ADH 감소 → urine water excretion 증가
- ▷ urine osm, <100 mosm/kg
→ primary polydipsia(renal concentration 능력은 정상)
- ▷ edematous disorders(CHF, LC, NS) but urine Na <10 mEq/L
→ effective volume 감소 → ADH 분비 증가 mediated by baroreceptor in carotid sinus, which sense a reduction in pressure or stretch
- ▷ edematous state but spot urine Na >20 mEq/L(renal failure)
→ volume overload → 적절한 ADH 억제 상황에서도 urine dilution이 적절하게 되지 않는다.(filtration 되는 urine 양 자체의 감소)/Na reabsorption 이 잘 안 된다
- ▷ extrarenal solute loss(water + Na loss): skin(운동), GIT loss
→ Na, water 손실로 Na 농도 자체는 변화가 없어야 하나, true volume loss로 인한 ADH 증가로 renal water resorption 증가, free water intake 증가로 hyponatremia 발생
- ▷ renal solute loss(urine Na >20 mEq/L)
→ diuretics(thiazide, hypokalemia 동반), RTA with bicarbonaturia, osmotic diuresis, salt losing nephritis, Addison's disease(glucocorticoid 감소)
- ▷ vomiting(urine Na >20 mEq/L)
vomiting → metabolic alkalosis → filtered HCO_3^- 증가 → proximal tubule에서 HCO_3^- 다 흡수 안 되고 Na^+ 함께 distal flow to collecting tubule + dehydration으로 인한 secondary hyperaldosteronism → Na^+ + HCO_3^- 재흡수 일어나지만 일부

Na⁺의 loss 일어난다.

▷ SIADH

▶ inappropriate ADH secretion 증가 → water 흡수 증가 → volume overload → renal Na excretion 증가(Na resorption 감소) → proximal uric acid reabsorption 감소(hypouricemia 발생)

▶ hypervolemia(early) → urea clearance 증가 → urea ↓

① hyponatremia, hypoosmolality, hypouricemia, urea ↓

② urine Na 40 meq/L, urine osm. 증가

③ normal acid-base, K, Cr

▷ Hypothyroidism(Urine Na > 20)

▶ Reduction in GFR → diminished water delivery to diluting segments

▶ Reduction in cardiac output

→ release of ADH via carotid sinus baroreceptors

▷ Adrenal insufficiency(Urine Na > 20)

▶ aldosterone deficiency → salt wasting with volume depletion

→ release of ADH via carotid sinus baroreceptors

▶ glucocorticoid deficiency

→ Reduction in systemic BP and cardiac output

→ release of ADH

▶ ADH → ACTH secretagogue like CRH

Cortisol → negatively feedback on CRH

Cortisol deficiency → increased release of ADH like CRH

▶ Directly impairs renal water excretion

8.7. 참고 I(Clinical Endocrinology(2005) 63, 366-374)

Table 2. Causes of inappropriate ADH secretion

Tumours	
Cancers of the lung, mesothelioma, thymoma, pancreas, ureter, duodenum, lymphoma, nasopharyngeal carcinoma	
Intrathoracic causes	
Pneumonia, tuberculosis, lung abscess, empyema, aspergillosis, HIV infections	
CNS disorders	
Encephalitis, meningitis, cerebral tumours and abscesses, head trauma, subdural haematoma, cerebrovascular accidents, subarachnoid haemorrhage, Guillain-Barre syndrome, intra-cerebral complications of HIV	
Nausea	
Pain-especially if postoperative or thoracic or cranial in distribution	
Drugs	
Drugs enhancing AVP release	
Sulphonylureas, tricyclic antidepressants, vinca alkaloids, cyclophosphamide, nicotine, dopamine, agonists, selective serotonin reuptake inhibitors, opiates, phenothiazines, thioxanthenes, haloperidol, oxytocin(obstetrics), MDMA(3, 4 methylenedioxymethamphetamine)('ecstasy')	
Drugs potentiating the renal action of AVP	
Chlorpropamide, cyclophosphamide, nonsteroidal anti-inflammatory drugs, acetaminophen, clofibrate, carbamazepine	
Unknown mechanism	
Angiotensin-converting enzyme inhibitors, melphalan	

8.8. 참고 II(NEJM 2000, 342(21), 1581-1589)

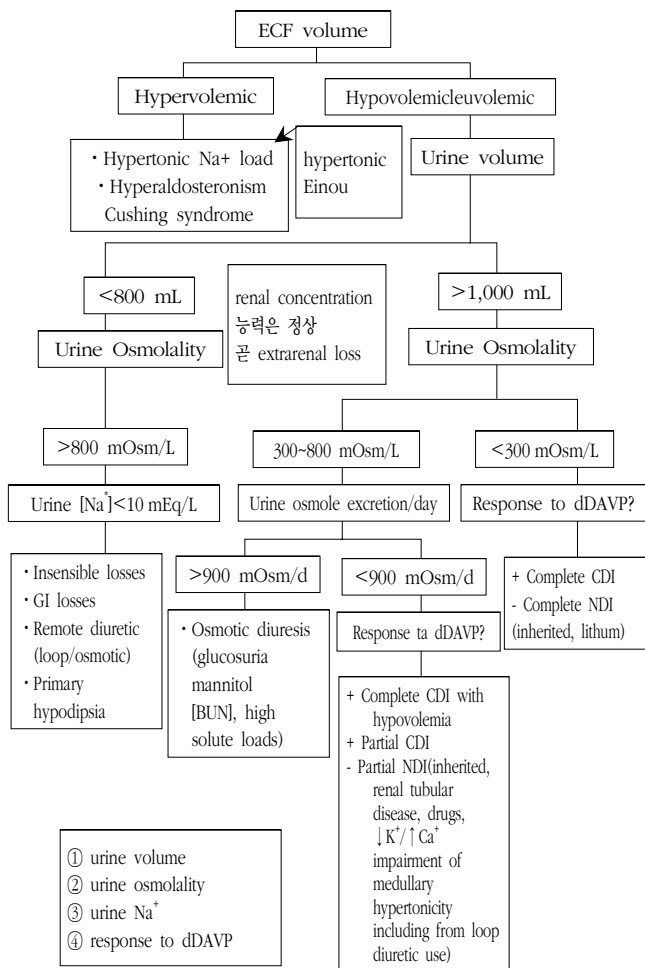
IMPAIRED CAPACITY OF RENAL WATER EXCRETION

Decreased volume of extracellular fluid	Essentially normal volume of extracellular fluid
Renal sodium loss	Thiazide diuretics
Diuretic agents	Hypothyroidism
Osmotic diuresis(glucose, urea, mannitol)	Adrenal insufficiency
Adrenal insufficiency	Syndrome of inappropriate secretion of antidiuretic hormone
Salt-wasting nephropathy	Cancer
Bicarbonaturia(renal tubular acidosis, disequilibrium stage of vomiting)	Pulmonary tumors
Ketonuria	Mediastinal tumors
Extrarenal sodium loss	Extrathoracic tumors
Diarrhea	Central nervous system disorders
	Acute psychosis

Vomiting	Mass lesions
Blood loss	Inflammatory and demyelinating diseases
Excessive sweating(e.g., in marathon runners)	Stroke
Fluidsequestration in "third space"	Hemorrhage
Bowel obstruction	Trauma
Peritonitis	Drugs
Pancreatitis	Desmopressin
Muscle trauma	Oxytocin
Burns	Prostaglandin-synthesis inhibitors
Increased volume of extracellular fluid	Nicotine
Congestive heart failure	Phenothiazines
Cirrhosis	Tricyclics
Nephrotic syndrome	Serotonin-reuptake inhibitors
Renal failure(acute or chronic)	Opiate derivatives
Pregnancy	Chlorpropamide
	Clofibrate
	Carbamazepine
	Cyclophosphamide
	Vincristine
	Pulmonary conditions
	Infections
	Acute respiratory failure
	Positive-pressure ventilation
	Miscellaneous
	Postoperative state
	Pain
	Severe nausea
	Infection with the human immunodeficiency virus
	Decreased intake of solutes
	Beer potomania
	Tea-and-toast diet

9. Hypernatremia(Uptodate, Harrison p279, Washington p67)

9.1. Hypernatremia evaluation(washington 32th, p67)



9.2. 검사의 해석

▷ volume status 판단

- ▶ hypervolemia이면서 hypernatremia 동반 시 salt loading (hypertonic saline or NaHCO_3 (Bivon) fluid infusion 고려)
- ▶ hyperaldosteronism(Na 흡수 증가), Cushing synd.

▷ urine volume status

- ▶ $<800 \text{ ml/day}$ (urine osmolality $>800 \text{ mosm/L}$, $\text{U Na} <10 \text{ mEq/L}$)
renal concentration capacity가 정상이라면, hypernatremia 곧, water loss 상황에서 renal Na/water resorption 증가, 따라서 urine volume, renal Na 감소, renal osmolality 증가

▷ extrarenal loss(insensible loss, GI loss)

▷ remote renal loss에 의한 보상과정(loop/osmotic diuresis)

- ▶ $>1000 \text{ ml/day}$
hypernatremia인데도 urine volume이 많다는 것은 renal water loss를 의미

▷ urine $\text{osm} <300 \text{ mosm/L}$

complete DI 의미

- ▶ response to dDAVP

(+) 시 complete central DI

(-) 시 complete nephrogenic DI

▷ urine $\text{osm } 300 \sim 800 \text{ mosm/L}$

partial DI or osmotic diuresis 의미

- ▶ urine osmole excretion/day

(urine osmolality \times 24 hr urine volume)

▷ $>900 \text{ mosm/d}$

→ osmotic diuresis(mannitol, urea, glucosuria)

▷ <900 mosm/d(partial DI)

▶ response to dDAVP

(+) 시 partial central DI or complete CDI with hypovolemia

(-) 시 partial nephrogenic DI

9.3. Treatment of Hypernatremia

▷ stop ongoing water loss, treat underlying cause, correct water deficit

▷ water deficit=(plasma Na-140)/140 × total body water
total body water=남자 BW × 0.5, 여자 BW × 0.4(volume 부족)

▷ 48~72시간에 걸쳐서 서서히 교정

시간당 0.5 mEq/hr, 첫 24시간 내에 12 mEq/day

9.4. study(Cause of Hypernatremia)

■ sodium load

▷ hypertonic saline or sodium bicarbonate(bivon) infusion

■ impaired thirst response

▷ infant, handicapped, impaired mentality, POSTop, intubated

■ water loss

▷ non-renal loss

▶ insensible loss from skin, respiratory

▶ GI loss(diarrhea)

◦ osmotic diarrhea: lactulose enema, charcoal

◦ viral gastroenteritis

▷ renal loss

▶ osmotic diuresis

◦ glucosuria(uncontrolled DM) mannitol, urea(renalinsufficiency with high protein diet, stressed catabolysed ICU care)

▶ DI(diabetes insipidus)

◦ central DI → trauma, op. cancer, infection 등

but 대부분, idiopathic or hereditary

◦ nephrogenic DI

→ intrinsic renal disease(PCK, obstructive nephropathy, Sjogren's) drug(lithium, amphotericin, demeclocycline, glyburide) electrolyte(hypercalcemia, hypokalemia) impaired medullary hypertonicity(osmotic diuresis, lasix, excessive water intake)

10. Hypokalemia(Uptodate, Harrison p280)

10.1. Diagnosis of Hypokalemia(먼저 metabolic acidosis or alkalosis인지를 판단)

▷ Hypokalemia + metabolic alkalosis

① U [Cl-]

② HTN 유무

③ renin, aldosterone

	metabolic	U K	renin, aldo	HTN	U Cl
vomiting	alkalosis	증가	증가	(-)	< 20
diuretics	alkalosis	증가	증가	(-) or (+)	variable
hyperaldo.	alkalosis	증가	rein ↓, aldo ↑	(+)	
renovas. HTN	alkalosis	증가	rein ↑, aldo ↑	(+)	
Bartter's	alkalosis	증가	증가	(-) mild ↓	>40
Gitelman's	alkalosis	증가	증가	(-) mild ↓	>40

④ vomiting, diuretics Hx

cf) Bartter's syndrome: hypocalcemia, hypomagnessemia, hypercalciuria

Gitelman's syndrome: hypercalcemia, hypocalciuria, severe hypomagnessemia

▷ Hypokalemia + metabolic acidosis

① S AG

② U AG

③ Urine K

	metabolic	U K	renin, aldo	S AG(8~12)	U AG
Diarrhea	acidosis	감소	variable	정상	(-)
RTA(type I)	acidosis	증가	variable	정상	(+)
RTA(type II)	acidosis	증가	rein ↑, aldo ↑	정상	(+)
DKA	acidosis	증가	rein ↑, aldo ↑	증가	

type I RTA(distal)			type 2 RTA(proximal)	
Primary defect	distal acid excretion defect		proximal HCO ₃ ⁻ reabsorption defect	
plasma HCO ₃ ⁻	<10 mEq/L		12~20 mEq/L	
Urine pH	>5.3		>5.3(alkali 치료시) <5.3(sHCO ₃ ⁻ 안정시)	
plasma K ⁺	hypokalemia		hypokalemia	
기타	hypercalciuria (bone resorption 증가)			

10.2. hypokalemia order

5	24DX	K	
5	24DW	Cl	
5	24D9	Mg	
5	22CKR	Random K	Urine, random
5	22CMR	Random Mg	Urine, random
5	22CNR	Random Na	Urine, random
5	22CLR	Random Cl	Urine, random
5	22CK	K	Urine, 24hr
5	22BQ	Creatinine	Urine, 24hr
5	22CM	Mg	Urine, 24hr
5	22CL	Cl	Urine, 24hr
5	22CN	Na	Urine, 24hr
5	24CJ	Osmol (S)	
5	24CJ1	Osmol (U)	
5	24D3	pH, PCO ₂ , PO ₂	ROOM Air

5	82UH	Aldosterone (S)	
5	82UT	PRA (P), Renin	
5	22BC	Urinalysis	Urine, random
5	81TB2	ABDOMEN & PELVIS (복부 초음파)	

10.3. Treatment of hypokalemia

10.3.1. 반드시 NS과 mix

포도당 수액과 혼합 시 insulin 분비로 인해 K의 intracellular shifting 일어난다.

10.3.2. 교정 방법(KCL 1A=40 mEq/L)

peripheral line 40 mEq/L, central line 60 mEq/L, 속도 20 mEq/hr, total 200 mEq/day

10.3.3. diuretics를 사용하고 있는 환자(CHF, LC)에서는 K-sparing diuretics 사용 고려

CHF, LC에서는 mild hypokalemia도 적극적으로 치료

10.4. study(Regulation of K)

- ▶ digestion 40~120 meq/day
 - cf) renal loss
 - minimum of 5 to 25 meq per day in the presence of K depletion
- ▶ transcellular shift
 - intracellular shifting
- ▷ metabolic alkalosis → K-H exchange
 - pH 0.1 ↑ → K 0.4 meq/L ↓
- ▷ β -agonist → Catecholamines, acting via β_2 -receptor
 - by increasing Na-K-ATPase activity
 - albuterol(nebulizer), dopamine, epinephrine
 - blockage by propranolol
- ▷ insulin → the entry of K into skeletal muscle and hepatic cells
 - by Na-K-ATPase pump
- ▷ α -antagonist

- ▷ hypothermia
- ▷ Marked increase in blood cell production
 - potassium uptake by the new cells
 - vitamin B12 or folic acid to treat a megaloblastic anemia or for GM-CSF to treat neutropenia
 - ▶ extrarenal excretion
- ▷ vomiting(hypokalemia+metabolic alkalosis+alkaliuria+urine K wasting ↑)
 - ① gastric K loss → less effect(5~10 meq/L)
 - ② metabolic alkalosis → intracellular shifting
 - ③ metabolic alkalosis
 - $[\text{HCO}_3^-]$ ↑ → filtered HCO_3^- ↑
 - proximal renal HCO_3^- reabsorption 한계 넘음
 - flow ↑ to distal tubule with H_2O , inappropriate Na wasting(NaHCO_3 형태로)
 - distal K excretion ↑ + hypovolemic hyperaldosteronism
 - 시간이 지나면 prox,renal HCO_3^- reabsorptive capacity 증가
 - alkaliuria(pH>7.0)에서 aciduria로(pH< 6.0)
- ▷ diarrhea(hypokalemia + metabolic acidosis +renal K wasting ↓)
 - ① lower GI K loss(20~50 meq/L)
 - ② lower GI HCO_3^- loss(metabolic acidosis)
 - metabolic acidosis에 의해 hypokalemia의 정도가 cover 될 수도 있다
 - 일부 hypokalemia by laxative abuse에서는 metabolic alkalosis, unknown mechanism

→ renal K loss는 감소

▶ renal loss

→ determined by distal tubular flow, aldosterone level

▷ diuretics by acetazolamide(acidosis), furosemide, thiazide
(hypokalemia + alkalosis + urine K wasting)

→ distal flow ↑ + hypovolemic hyperaldosteronism

▷ primary mineralocorticoid excess

① adrenal adenoma → hypertension + hypokalemia

cf) hypertension + hypokalemia

① primary aldosteronism

② HTN + diuretics 사용

③ renovascular HTN(increased secretion of renin)

② hypovolemic hyperaldosteronism

→ distal flow 적어 hypokalemic effect는 한정된다.

▷ nonreabsorbable anions

→ flow to distal tubule with bicarbonate(vomiting or type II RTA), β -hydroxybutyrate in DKA, hippurate in toluene use, penicillin derivative in high-dose penicillin therapy → non-reabsorbable anions in distal tubule

→ intraluminal electronegativity(보통 Na reabsorption으로 발생한 electronegativity는 Cl reabsorption으로 어느 정도 감쇄되나, nonreabsorbable anions에 의해 크게 보상되어 intraluminal electronegativity 강화 → K exchange 증가

cf) metabolic acidosis + hypokalemia

① diarrhea(renal K wasting ↓)

② DKA(renal K wasting ↑)

→ distal sodium and water delivery ↑ by glucose osmotic

diuresis +

→ hypovolemic induced hyperaldosteronism +

→ β -hydroxybutyrate(non-reabsorptive anion)

→ hypokalemia + metabolic acidosis

③ type I(distal), II(proximal) RTA(renal K wasting ↑)

④ salt losing nephropathy + renal insufficiency(renal K wasting ↑)

▶ 기타

▷ hypomagnesemia

→ increase in the number of open potassium channels.

→ loop of Henle의 basal memb.의 Ca, Mg receptor 존재

→ hyperMg or hyperCa시 receptor binding 증가

→ luminal K receptor closing

→ renal K excretion 감소 → hyperkalemia

→ intraluminal electropositivity 감소, Na-K-2Cl cotransporter
의 K source 감소

→ Ca, Mg 흡수 감소

→ 반대로, hypoMg 시 K channel opening 증가

→ renal K excretion in loop of Henle

→ hypokalemia

▷ Amphotericin B

→ interacts with memb. sterols

→ luminal memb.의 permeability 증가

→ K secretion 증가

→ hypokalemia

▷ salt wasting nephropathy

→ prox./loop/distal Na reabsorption 감소

→ distal flow ↑ in collecting tubule + hypovolemic aldo. ↑
 → renal K excretion ↑

- ① Bartter's or Gitelman's syndrome
- ② tubulointerstitial nephritis(interstitial nephritis d/t Sjogren or SLE)
- ③ hypercalcemia
- ④ tubular injury(induced by lysozyme in leukemia)

▷ polyuria

→ urine 내의 K 농도가 낮아져도, urine 양이 많아지면, 총 분비량은 증가

▷ sweating(cystic fibrosis, exercise -catecholamine-renin-aldosterone)

▷ CAPD → loss 30 meq/day

▷ HD → acidemia 교정 → intracellular K shifting

▷ plasmapheresis

→ K 제거 → albumin as the replacement fluid

→ transient hypokalemia by dilution

→ avoided by adding 4 meq of potassium to 1 liter of albumin solution given



10.4. 참고 I(hypokalemia ECG, Cecil)

ST prolongation, T wave flat, U shape

10.5. Hypokalemic periodic paralysis

■ 원인

- ▷ autosomal dominant
- ▷ hyperthyroidism

■ pathogenesis

- ▷ Autosomal dominant → Ca channel sensitivity 증가
but not known how Ca channel sensitivity → K intracellular shifting
 - ▶ high risk at Asian males.
 - ▶ the alpha-1 subunit of the dihydropyridine-sensitive calcium channel in skeletal muscle(m/c)
 - ▶ mutations in the skeletal muscle sodium channel, SCN4A
 - ▶ Andersen syndrome, mutation in the gene encoding Kir2.1 potassium channel mutation expressed in cardiac and skeletal muscle
- ▷ hyperthyroidism
 - ▶ Na-K pump activity $\uparrow \rightarrow$ K influx \uparrow
 - ▶ thyroid h. \rightarrow increasing the susceptibility to the hypokalemic action of epinephrine or insulin
 - ▶ Asians who are susceptible to thyrotoxic periodic paralysis mutated calcium channel which, in the euthyroid state, is not sufficient to produce symptoms

■ symptom

- ▷ precipitated by rest after exercise, stress, or a carbohydrate meal

■ Treatment

▷ K 공급(60 to 120 meq of KCl)

but dextrose fluid에는 mix하지 않는다.

→ glucose에 의한 insulin activity 증가

▷ propranolol(non-cardioselective)

→ block β_2 -receptor activity of epi.

1 to 3 mg IV propranolol and 3 mg/kg oral propranolol

TABLE 3. Treatment of TPP

Treatment type
Emergency therapy
Potassium replacement
KCl 10 mEq/h iv and/or KCl 2 g every 2 h, orally
Monitor serum K^+ level, avoid rebound hyperkalemia
Propranolol 3~4 mg/kg, orally
Prevention of recurrent attacks
Avoid precipitating factors (heavy carbohydrate meals, high salt, alcohol, undue exertion) until euthyroidism is achieved
Propranolol 20~80 mg every 8 h, orally
Determine the cause of TPP
Definitive therapy of hyperthyroidism with antithyroid drugs/thyroidectomy/radioiodine

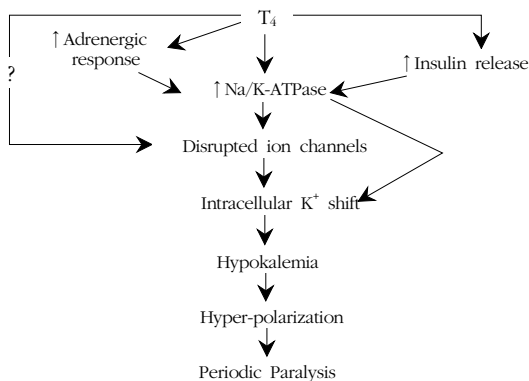


FIG. 1. Mechanisms for acute muscle weakness in thyrotoxic periodic paralysis.

■ prevention

- ▷ propranolol(non-cardioselective) effective in either familial or thyrotoxic periodic paralysis 40 to 120 mg daily
- ▷ acetazolamide(diamox)
 - thyrotoxicosis에서는 attack을 악화시킬 수 있다.
- ▷ spironolactone → Tx, after failing to respond to acetazolamide
- ▷ hyperthyroidism 치료

10.6. 참고 II(Cecil)

TABLE 118-2 -CAUSES OF HYPOKALEMIA AND POTASSIUM DEPLETION

NONRENAL CAUSES

- Dietary deficiency
- Gastrointestinal losses

RENAL CAUSES

- Osmotic diuresis
- Diuretics: acetazolamide, furosemide, and thiazides
- Renal tubular disorders: Fanconi's syndrome, Bartter's syndrome, Gitelman's syndrome
- Toxic medications: aminoglycosides, carboplatinum, amphotericin
- Nonreabsorbable anions
- Hypertensive syndromes with alkalosis:
 - Liddle's syndrome-low renin, low aldosterone
 - Licorice ingestion and apparent mineralocorticoid excess-low renin, low aldosterone
 - Renal artery stenosis and renin-secreting tumors-high renin, high aldosterone
 - Adrenal hyperfunction or tumor-low renin, high aldosterone
 - Ectopic ACTH-low renin, high cortisol

10.7. 참고 III(Harrison p280)

11. Hyperkalemia(Uptodate, Harrison p282-283)

11.1. Introduction of Potassium

Total body K content 50 mEq/kg

2% in ECF, 0.4% in plasma

1 mEq 감소 in serum K \rightarrow 200~400 mEq total 감소

1 mEq 증가 in serum K \rightarrow 100~200 mEq total 증가

11.2. hyperkalemia 원인

1) pseudohyperkalemia

Hemolysis, tourniquet, leukocytosis

2) K extracellular shifting

Metabolic acidosis, rhabdomyolysis

B-blocker

3) drug

ACEi, ARB, aldactone, B-blocker

NSAIDs, heparin(부신피질에서의 AngII-R 이수과 친화력 감소 시켜 aldo.생산 감소), digitalis(골격근에서의 Na-K ATPase 억제), Bactrim, cyclosporine

4) oliguric renal failure

5) TTKG 계산

$$TTKG = \frac{\text{Osm}_p \times [K]_u}{\text{Osm}_u \times [K]_p}$$

TTKG <10 \rightarrow renal K excretion 감소

TTKG >10 \rightarrow distal flow 감소

6) urine K 계산

Urine K <30 mEq/L \rightarrow renal excretion 감소

Urine K >30 mEq/L \rightarrow extrarenal shifting 증가

11.3. hyperkalemia의 증상

m. weakness, Flaccid, paralysis, arrhythmia, confusion

ECG \rightarrow Tall T, wide QRS, long PR interval, short P

11.4. Hyperkalemia Dx.

Washington Figure 3~4, Harrison Figure 46~4

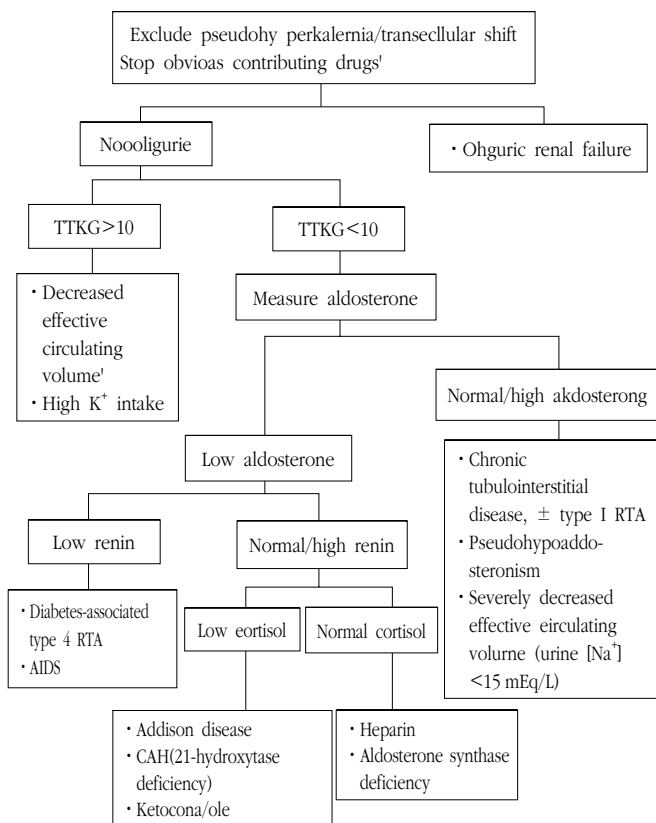


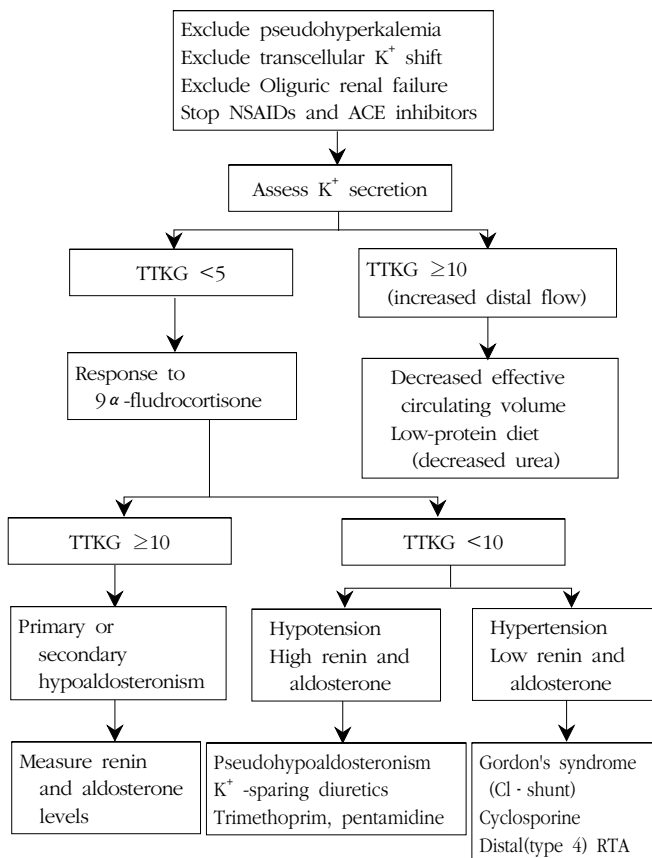
Figure 3-4. Algorithm depicting the diagnostic approach to hyperkalemia. AIDS, acquired immune deficiency syndrome; CAH, congenital adrenal hyperplasia; RTA, renal tubular acidosis; TTKG, van't Hoff K^+ gradient.

¹See text for drugs commonly associated with hyperkalemia.

²Causes include sickle cell anemia, chronic obstruction, renal transplant rejection, and lupus.

³Causes include true hypovolemia, heart failure, cirrhosis, and nephrotic syndrome.

CLINICAL APPROACH TO HYPERKALEMIA



11.5. Hyperkalemia Tx

condition	Treatment	comment
ECG change or (P loss, QRS widening) K ⁺ > 7 mEq/L	Ca, gluconate 10%, 10 ml, ICAG 1/2A, 3 min	2회까지만 시행 20~30분간 지속 Ca, gluconate 후 Bicarbonate 금지
	5분 후 반복	
	Hyperkalemia가 digitalis toxicity로 나타날 때 Ca, 금기 Digitalis 복용환자에서 hyperkalemia 시 Isotonic 100 ml에 mix for 20~30 min	
ECG change BP 감소	Ca, chloride 10% 10 ml	ICAL > ICAG 3배
	ICAL 1.5A, 3 min	
Glucose+ insulin	20% DW 500 ml + RI 10U for 1 hour	Drop K by 1 For 1~2 hr
	F2D6+IHURIV12U	4~6시간마다 반복
B-agonist	YSAL nebulizer	15분 동안, 2~4시간마다
Bicarbonate	ISOB 1A for 5 min	Metabolic acidosis가 동반된 severe hyperkalemia시에만 사용
	FNS+ISOB 2A	
Kayexalate	PKX100 mg enema Q 4~6hr	K 감소 by 0.5~1.0 For 각 enema
diuretics	LSX	Renal function 정상
Ma, sulfate	IMAG10 1A bolus	Digitalis
	1A 2g/20ml	cardiotoxicity 일 때

12. Hypocalcemia(Uptodate)

12.1. 원인

Hypoalbuminemia

→ alb. 1 g/dl 감소마다 Ca, 0.8 mg/dl 감소

Renal failure, hypoparathyroidism,

Hyper/hypomagnesemia

12.2. 증상

Nerve, muscle irritability

Tetany, paresthesia, seizure 등

ECG → prolong QT

Lethargy, confusion

Trousseau's sign, Chvostek's sign

12.3. Tx

1) acute MX(8~9 mg/dl 유지)

iv → symptomatic, or long QT일 때만

10% calcium gluconate 20 ml

(ICAG 1A=20 ml=2 g cal. Gluconate)

1A iv for 10 min 그 후

6 g Cal. Gluconat in 5DW500 for 4~6 hr

(ICAG 3A mix to F5D5 for 4~6 hr)

주의사항) bicarbonate와 mix 금지

2) chronic Mx.

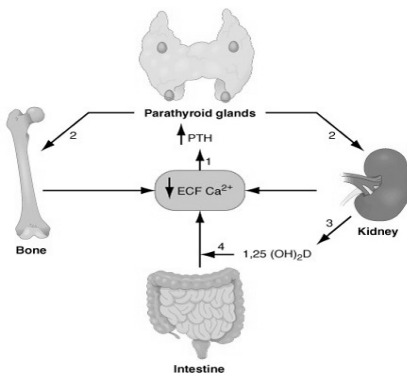
Ca./Vit D/Vit D active metabolite

BCAOD cal.carbonate 500 mg 1T tid(식사와함께) 부작용

constipation, dyspepsia

13. Hypercalemia(Harrison p286)

13.1 calcium regulation



Source: Fauci AS, Kasper DL, Braunwald E, Hauser SL, Longo DL, Jameson JL, Loscalzo J: *Harrison's Principles of Internal Medicine*, 17th Edition: <http://www.accessmedicine.com>
Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. All rights reserved.

13.2. hypercalcemia의 원인

Table 47-1 Causes of Hypercalcemia

Excessive PTH production
Primary hyperparathyroidism (adenoma, hyperplasia, rarely carcinoma)
Tertiary hyperparathyroidism (long-term stimulation of PTH secretion in renal insufficiency)
Ectopic PTH secretion (very rare)
Inactivating mutations in the CaSR (FHH)
Alterations in CaSR function (lithium therapy)
Hypercalcemia of malignancy
Overproduction of PTHrP (many solid tumors)
Lytic skeletal metastases (breast, myeloma)
Excessive 1,25(OH) ₂ D production
Granulomatous diseases (sarcoidosis, tuberculosis, silicosis)
Lymphomas
Vitamin D intoxication
Primary increase in bone resorption
Hyperthyroidism
Immobilization
Excessive calcium intake
Milk-alkali syndrome
Total parenteral nutrition
Other causes
Endocrine disorders (adrenal insufficiency, pheochromocytoma, VIPoma)
Medications (thiazides, vitamin A, antiestrogens)

Note: CaSR, calcium sensor receptor; FHH, familial hypocalciuric hypercalcemia; PTH, parathyroid hormone; PTHrP, PTH-related peptide.

13.3. hypercalcemia의 증상

Mild hypercalcemia(to 11~11.5 mg/dL)

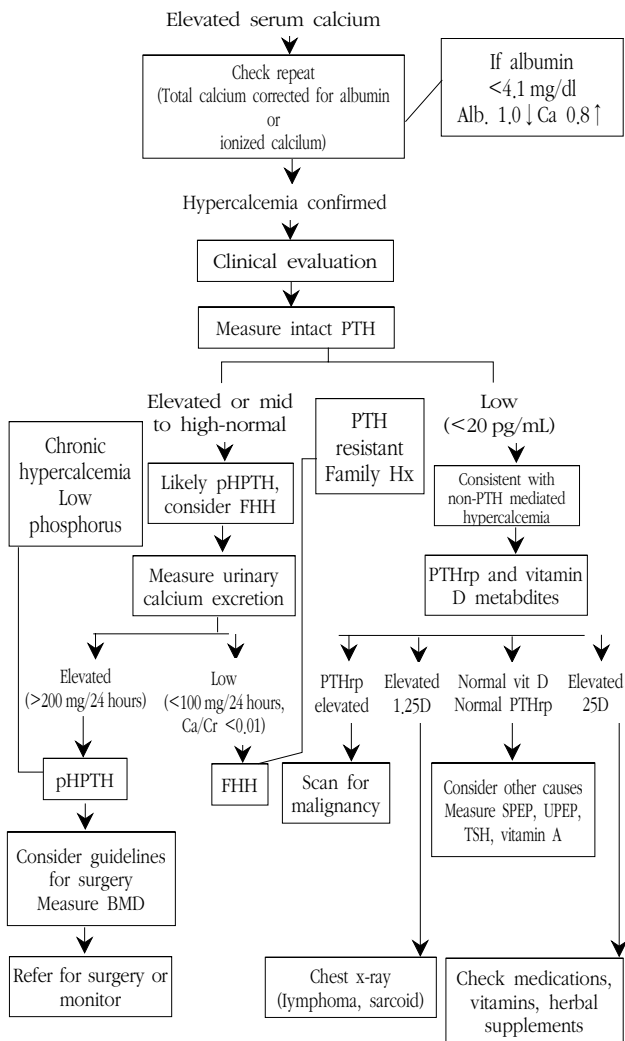
Asymptomatic, trouble concentration, depression, nephrolithiasis...

Severe hypercalcemia(>12~13 mg/dL)

Lethargy, stupor, or coma, GI Sx(nausea, anorexia, constipation, or pancreatitis), polyuria, polydipsia, bone pain, pathologic Fx,

Bradycardia, AV block, short QT interval

13.4. hypercalcemia Dx.



13.4.1. hypercalcemia Dx order

albumin, intact PTH, 1,25 or 25 VitD3 metabolite, TFT, SPEP, UPEP, Ca/Cr clearance ratio

13.5. hypercalcemia Tx.

13.5.1. 4-6L iv hydration for first 24 hr

13.5.2. Loop diuretics

CHF...에 시행

Sodium and calcium excretion 유발

Not initiated until volume status to normal

13.5.3. Bone resorption inhibition(bisphosphonate)

Malignancy or severe hyperparathyroidism

Onset: within 1~3 days, normalization in 60~90% patients

Zoledronic acid(4 mg iv over~30 min)

Pamidronate(60~90 mg iv over 2~4 hr)

Etidronate(7.5 mg/kg per day for 3~7 days)

13.5.4. Glucocorticoids

1,25(OH)2D-mediated hypercalcemia

Decrease 1,25(OH)2D production

IV hydrocortisone(100~300 mg daily) or

oral PDL(40~60 mg daily) for 3~7 days

13.5.5. Ketoconazole, chlorquine, hydroxychloroquine

Decrease 1,25(OH)2D production

13.5.6. Calcitonin, rarely used

13.5.7. Dialysis, occasionally

Treatment of hypercalcemia

Intervention	Mode of action	Onset of action	Duration of action
Isotonic saline hydration	Restoration of intravascular volume Increases urinary calcium excretion	Hours	During infusion
Loop diuretics	Increase urinary calcium excretion via inhibition of calcium reabsorption in the loop of Henle	Hours	During therapy
Calcitonin	Inhibits bone resorption via interference with osteoclast maturation Promotes urinary calcium excretion	4~6 hours	48 hours
Bisphosphonates	Inhibit bone resorption via interference with osteoclast recruitment and function	24~72 hours	2~4 weeks
Glucocorticoids	Decrease intestinal calcium absorption Decrease 1,25-dihydroxyvitamin D production by activated mononuclear cells in patients with granulomatous diseases or lymphoma	2~5 days	Days to weeks
Gallium nitrate	Inhibits osteoclast-mediated bone resorption	3~5 days	2 weeks
Calcimimetics	Calcium sensing receptor agonist, reduces PTH (parathyroid carcinoma, secondary hyperparathyroidism in CKD)	2~3 days	During therapy
Dialysis	Low or no calcium dialysate	Hours	During treatment

14. Hypomagnesemia

14.1. 기능

여러 enzyme의 cofactor로서의 역할

Cell memb. 내외의 electrical activity 유지

Ca.의 intracellular moving 조절

Ca. antagonist 역할

14.2. hypomagnesemia 원인

1) drug

Furosemide

Aminoglycoside

Digitalis, cyclosporine, cisplatin

- 2) diarrhea
- 3) DM
 - Glycosuria시 동반 배출
 - Intracellular shifting by Insulin
- 4) AMI
 - Intracellular shifting by catecholamine
- 5) alcoholism
 - Malnutrition, diarrhea

14.3. hypomagnesemia Sx.

- 1) neurologic
 - Seizure, tremor
- 2) ECG
 - Tachyarrhythmia, Torsades de pointe, digitalis toxicity
- 3) electrolyte abnormality
 - Hypokalemia, hyponatremia
 - Hypocalcemia
 - PTH 분비, 작용 억제
 - Bone에 직접 작용(Ca. Release 억제)
 - Hypophosphatemia
 - hypomagnesemia의 원인
 - Renal Mg excretion 증가

14.4. hypomagnesemia Tx.

14.4.1. moderate hypomagnesemia

(Mg < 1 mEq/L, other 전해질 불균형 동반)

- 1) FNS500(250 ml)+IMAG10 3A(6 g) mix for 3 hr
- 2) FNS500(250 ml)+IMAG10 2.5A(5 g) mix for 6 hr

3) FNS500(250 ml)+IMAG10 2.5A mix q 12hr for 5 days

Cf) 8 mEq/1g of magnesium sulfate

IMAG10 1A 10% Mg, sulfate 20 ml, 2 g

4) FNS100+IMAG10 1A for >2 hr

14.4.2. life-threatening hypomagnesemia

→ serious cardiac arrhythmia(Torsades de pointes)

Generalized seizures

ICU book(p633)

1) IMAG10 1A bolus for 2~5 minutes

2) FNS500(250 ml)+IMAG10 2.5A for 6 hr

3) FNS500(250 ml)+IMAG10 2.5A q 12 hr for 5 days

Cf) S-Mg 1~2일 후 정상화

Total body Mg store 정상화에는 며칠 걸린다.

Washington's manual(p65)

1) IMAG10 1/2A~1A bolus for 15minutes

2) FNSB+IMAG10 3A for 24hrs for 3~7days

15. Hypermagnesemia

15.1. hypermagnesemia 원인

Renal failure(<30 ml/min)

Hemolysis

15.2. hypermagnesemia Tx.

severe hypermagnesemia

1) 1~2 g 10% Ca.gluconate(ICAG 1/2~1A) For 5 min~10 minutes

2) dialysis

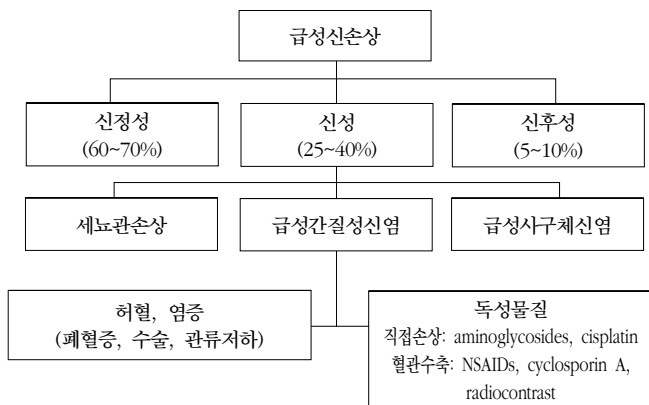
- 3) temporary pacemaker
- 4) FNSB+ICAG 1A(150~200 ml/hr)(kidney 정상일 때)
LSX

16. Acute kidney injury

16.1. AKI의 정의(Cecil)

1. baseline Cr보다 0.3 mg/dL 이상 증가
2. baseline Cr보다 50% 이상 증가
3. 6시간 이상 지속되는 0.5 ml/kg/hr 이하의 펌뇨

16.2. AKI의 분류



16.3. Prerenal AKI

신장혈류저하 → 자동조절기능, 신경호르몬 → afferent arteriole 확장, efferent arteriole 수축 → 신장혈류, GFR 유지 → 원인 미교정 → 세뇨관 손상

16.4. ATN

신관류감소 or direct damage to renal tubule → proximal tubule 손상 → 손상된 tubular cell 분리 → distal tubule에서 casts 형성 → tubule에서의 urine flow 방해 → tubular epithelial barrier 파괴(back flow), reflux → GFR 감소

1. hypovolemia
2. renal vascular constriction: contrast, NSAIDs, cyclosporine/tacrolimus
3. direct renal damage: AG, contrast, cisplatin, rhabdomyolysis (heme pigment)

ATN stage. Kidney Int 2002; 62: 1539-1549

16.5. AKI의 진단

1. History
dehydration Hx., drug Hx(NSAIDs, antibiotics(특히 aminoglycosides), 한약, ACEi, ARB, diuretics, contrast Hx, 기저 질환...
2. Physical exam.
skin turgor, tongue state, pph, edema, neck vein engorgement 등
3. lab.
BUN/Cr, electrolyte, ABGA
urine: Na/Cl/K, Cr, BUN, protein, eosinophiluria(ATIN, >5% of leukocyte)
→ FENa, FEBUN(diuretics 사용했을 때 urine Na 양 늘어나므로 FENa는 부정확)
Prerenal: FENa<1, FEBUN<35, ATN: FENa>1, FEBUN>50~60(Uptodate)

4. imaging study: chest X ray, KUB, abdominal sono.(양측
kidney size 감소 시 ESRD)

Table 45-2 Laboratory Findings in Acute Renal Failure

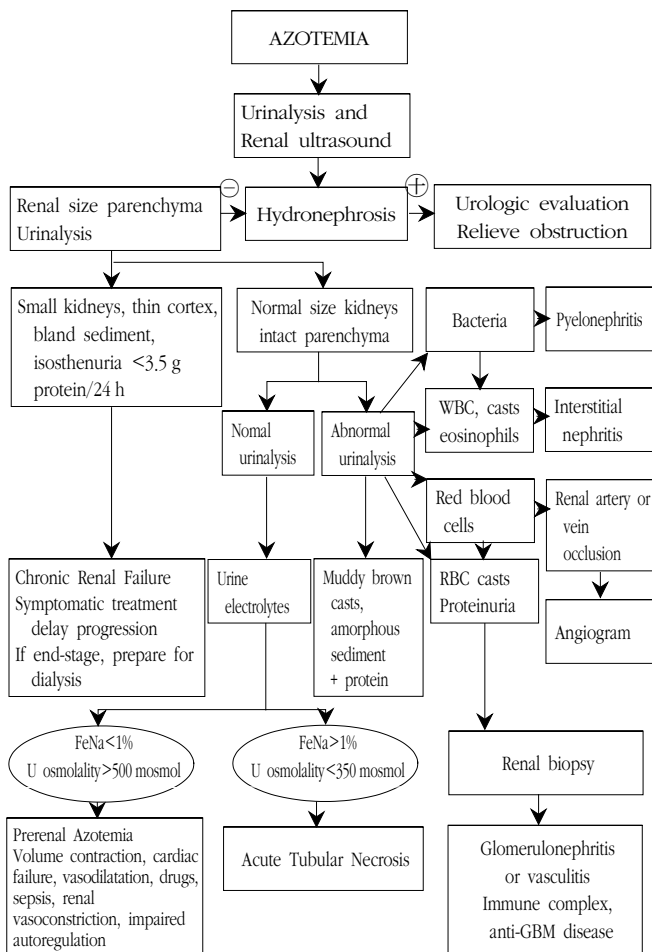
Index	Prerenal Azotemia	Oliguric Acute Renal Failure
BUN/P _{Cr} Ratio	>20:1	10-15:1
Urine sodium (U _{Na}), mq/L	<20	>40
Urine osmolality, mosmol/L H ₂ O	>500	<350
Fractional excretion of sodium	<1%	>2%
$FE_{Na} = \frac{U_{Na} \times P_{Cr} \times 100}{P_{Na} \times U_{Cr}}$		
Urine/plasma creatinine(U _{Cr} /P _{Cr})	>40	<20

Cecil Table 121-4

Etiology of Acute Kidney Injury FE_{Na} BUN-to-Serum Creatinine Ratio

Prerenal	<1%	>20
Intrarenal		<10~15
Tubular necrosis	≥1%	
Interstitial nephritis	≥1%	
Glomerulonephritis(early)	<1%	
Vascular disorders(early)	<1%	
Postrenal	≥1%	>20

EVALUATION OF AZOTEMIA



Source: Fauci AS, Kasper DL, Braunwald E, Hauser SL, Longo DL, Jameson JL, Loscalzo J:

Harrison's Principles of Internal Medicine, 17th Edition: <http://www.accessmedicine.com>

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. All rights reserved.

Approach to the patient with azotemia, WBC, white blood cell; RBC, red blood cell; GBM, glomerular basement membrane.

16.6. AKI Tx

1. 원인 약제 stop
2. 일단 edema 소견 없으면, NS으로 hydration하면서 urine output 증가하는지, Cr 감소하는지 확인 → hydration했는데도 Cr 계속 상승하면 renal type AKI
3. hypervolemia(pul.edema, pph. edema) 상태 시 hydration 조심하고 lasix 사용하며 필요하면 dialysis 고려
4. 조절 안 되는 pul.edema나 hyperkalemia, metabolic acidosis 시 dialysis 시행(unstable vita sign 시 CRRT 시행)
 $\text{HCO}_3^- < 15 \text{ mEq/L}$ or $\text{pH} < 7.2$ 인 경우에만 Bicarbonate 투여 고려
5. $\text{SBP} > 80 \text{ mmHg}$ (100 mmHg) 유지해야지 urine output 유지 가능(투석 시에도 마찬가지)
6. lasix 사용(volume overloading 증거 있을시 사용)
 - ▷ 1A iv → 1시간 후 hourly urine < 100 ml 시 → 2A iv → hourly urine < 100 ml 시 → 4A iv → hourly urine 보면서 계속 doubling iv(8A까지) → 계속 urine output 부족하면 continuous iv(FNS 500 ml + ILSX 200 mg(10A) → 960 mg까지 증량), albumin 부족 시 albumin infusion
 - ▷ metolazone(BMTL, proximal + distal tubule에 작용) or thiazide or spironolactone 추가하는 것도 도움이 된다 → lasix는 Loop of Henle에 작용하여 흡수되지 않은 Na과 water가 distal tubule에서 어느 정도 재흡수되는데, distal tubule, collecting duct에 작용하는 diuretics 함께 사용하면, urine output 증가한다.
 - ▷ lasix 사용하고 urine output 증가하면, 그 용량으로 regular 처방

(ex. LSX 2A iv시 hourly urine output>100 ml→ILSX 2A q 8 hr, BLSX 2T q 8 hr)

16.7. Aminoglycoside에 의한 AKI

- ▷ AG 사용 중 10~30%에서 AKI 발생
- ▷ vasoconstriction + direct toxicity
- ▷ AG 사용 1~2주 지나서 Cr 상승→약물 중단 시 거의 모든 경우에 회복이 가능하다.

16.8. common renal toxin drug(Cecil)

Aminoglycosides, Radiocontrast agents, Acyclovir, Cisplatin, Sulfonamides, Methotrexate, Cyclosporine, Tacrolimus, Amphotericin B, Foscarnet, Pentamidine Ethylene glycol, Toluene, Cocaine, HMG-CoA reductase inhibitors

16.9. medications associated with acute interstitial nephritis(Cecil)

B-Lactam(penicillin, cephalosporins, ampicillin, methicillin, nafcillin) Diuretics(furosemide, hydrochlorthiazide, triamterene) other antibiotics(sulfonamides, vancomycin, rifampin, acyclovir, indinavir) NSAIDs(ibuprofen, naproxen, indomethacin)

16.10. MAHA(microangiopathic hemolytic anemia) + AKI

HUS, TTP, DIC, eclampsia/preeclampsia, Malignant HTN, SLE, scleroderma

Table 273–3 Management of Ischemic and Nephrotoxic Acute Renal Failure^a

Management Issue	Therapy
Reversal of Renal Insult	
Ischemic ATN	Restore systemic hemodynamics and renal perfusion through volume resuscitation and use of vasopressors
Nephrotoxic ATN	Eliminate nephrotoxic agents
	Consider toxin-specific measures: e.g., forced alkaline diuresis for rhabdomyolysis, alopurinol/rasburicase for tumor lysis syndrome
Prevention and Treatment of Complications	
Intravascular volume overload	Salt and water restriction
	Diuretics
	Ultrafiltration
Hyponatremia	Restriction of enteral free water intake
	Avoidance of hypotonic intravenous solutions, including dextrose-containing solutions
Hyperkalemia	Restriction of dietary K ⁺ intake
	Eliminate K ⁺ supplements and K ⁺ -sparing diuretics
	Loop diuretics to promote K ⁺ excretion
	Potassium binding ion-exchange resins (e.g., sodium polystyrene sulfonate or Kayexelate)
	Dialysis
Metabolic acidosis	Insulin (10 units regular) and glucose (50 mL of 50% dextrose) to promote intracellular mobilization
	Inhaled β -agonist therapy to promote intracellular mobilization
	Calcium gluconate or calcium chloride (1 g) to stabilize the myocardium
	Dialysis
	Sodium bicarbonate (maintain serum bicarbonate >15 mmol/L or arterial pH >7.2)
	Administration of other bases, e.g., THAM
	Dialysis
Hyperphosphatemia	Restriction of dietary phosphate intake
	Phosphate binding agents (calcium carbonate, calcium acetate, sevelamer hydrochloride, aluminum hydroxide)
Hypocalcemia	Calcium carbonate or gluconate (if symptomatic)
Hypermagnesemia	Discontinue Mg ⁺⁺ containing antacids
Hyperuricemia	Treatment usually not necessary if <890 μ mol/L or <15 mg/dL
	Allopurinol, forced alkaline diuresis, rasburicase
Nutrition	Protein and calorie intake to avoid net negative nitrogen balance
Dialysis	To prevent complications of acute renal failure
Choice of agents	Avoid other nephrotoxins: ACE inhibitors/ARBs, aminoglycosides, NSAIDs, radiocontrast unless absolutely necessary and no alternative
Drug dosing	Adjust doses and frequency of administration for degree of renal impairment

17. Rhabdomyolysis(Uptodate)

17.1. 진단

- 1) red urine
Dipstick(+), microscopic RBC(-)
Plasma clear
Cf) plasma red→hemoglobinuria
- 2) LD/CK, myoglobin 증가
- 3) pigmented granular cast in urine
- 4) urine myoglobin(초기 아니면(-))

17.2. lab.

- 1) CK/LD 상승
- 2) Cr 상승(보통 renal failure 시보다 더 큰 상승) → muscle 자체의 파괴이므로
- 3) 상승 → K, P, Mg, uric acid
감소 → Ca
손상된 근육으로 Ca 침착, P 상승으로 Calcium phosphate 침착 → 회복기 시 근육에 침착되었던 Ca, 유리 → hypercalcemia 유발될 수도 있음

17.3. Tx(Uptodate)

- 1) hydration
Isotonic 1~2 L/ hr
→ urine out 될 때까지
urine output 200~300 ml/hr 유지(urine color가 clear될 때까지) Pulmonary congestion 등 합병증 나타날 때 hydration 감량

2) urine alkalization

▷ Fluid 조정(일단 urination 되면)

→ alkaline solution 시작

▷ Urine pH>6.5일 때까지 시행

▷ Half saline+ ISOB 4A mix iv

Or

5DS+ ISOB 2A mix iv

→ Urine pH >6.5이면 ISOB 제외한 5DS infusion

3~4시간 후에도 urine pH <6.5이거나

symptomatic hypocalcemia 나타나면

→ alkaline solution 중단

▷ diuretics

2시간 이상 U.O<200 ml/hr 시

LSX or mannitol infusion

Mannitol F20M10(20%mannitol 100 ml, 20 g)

→ 1 g/kg infusion, 100 ml/10 min.

▷ Cx. Of alkalization

Hypocalcemia(alb-Ca. binding 증가, Ca-P 침착증가)

Hypokalemia(K intracellular shifting 증가)

▷ Cx. Of mannitol

Hyperosmolality

→ hyperkalemia(K extracellular shifting 증가)

Hypernatremia(free water diuresis 유발)

200 g/day(10bottle) 이상 금지

→ diuresis 안 되거나 osmolal gap>55 mmol/kg 시

Mannitol 중단

▷ hypocalcemia

Symptomatic hypocalcemi or
Severe hypocalcemia 시에만 Tx.

■ Cecil Tx(23th, p798-801)

▷ 목표

- ① U.O>200 ml/hr(myoglobin 감소될 때까지)
- ② urine pH: 6-7 & serum pH<7.50

▷ Tx.

- ① a bolus of 1 L of 5% dextrose plus 0.22% NaCl and 100 mEq NaHCO₃ for 30-minute
 - ② followed by an infusion at 2 to 5 mL/kg/hr
 - ③ 20% mannitol infusion at a dose of 0.5 g/kg over a 15-minute, followed by an infusion at 0.1 g/kg/hr
 - ④ acetazolamide: the serum pH>7.45 or urinary pH<6.0.
- ③, ④ Tx는 명확한 근거 없음

■ 내과학회 전공의 연수 강좌시(2009년 봄학회) 추천 Tx

1. hydration: NS으로 초기 1 to 2 L/hr, urine output 200~300 m/hr 유지
주입량: 3~6 L/day up to 10 L/day
2. urine alkalization: Half saline 1L + ISOB 5A mix iv
(0.45% saline + 100 mEq NaHCO₃)
target pH>6.5
3. furosemide or mannitol 고려
4. dialysis 고려

■ general Mx

1. hydration(NS or 5DS) 하면서 urine output 유지
2. 필요하면 lasix 사용
3. 특별한 경우 아니면 urine alkalization은 하지 않는다.

■ lab F/U

6시간마다 serum electrolyte, ABGA

Urine Na/K/Cl, pH, color check

Plasma osmolality, osmolal gap

■ dialysis

Volume overload

Hyperkalemia, uremia, severe acidemia

18. Radiocontrast-induced AKI(Harrison p1755, 1759, 2490)

18.1. introduction

1. 정의: contrast 사용 48시간 이내에 Cr 이 최소 1 mg/dL 상승하는 경우
2. 기전: intrarenal vasoconstriction(renal ischemic damage)
direct renal tubular injury via production of reactive oxygen species
3. 경과: 24~48시간 내 BUN/cr 상승, 3~5일에 peak, 1주 후 resolution. 대개는 가역적
4. 위험군: dehydration, preexisting CKD($Cr > 2.0$), DM, CHF, old age, multiple myeloma, nephrotoxin agent 사용, high dose/ isoosmolar contrast 사용

18.2. Prevention of contrast induced ARF

1. Acetylcystein 600 mg or 1200 mg po bid(BACEC 2T or 4T q 12 hr)
- contrast 사용 전날 & 당일
2. Hydration

- A. Normal saline 1L hydration for 12hr
 - contrast 사용 전, 후 각각 1L or
- B. IV administration of 154 mEq/L sodium bicarbonate(154 mL of 1000 meq/L sodium bicarbonate(I-SOB 154 mL) + 846 mL of 5%DW): a bolus of 3 mL/kg/hr for 1 hr prior to contrast administration → 1 mL/kg/hr for 6 hrs post-procedure
- C. IV administration of 130 mEq/L sodium bicarbonate(150 mEq of sodium bicarbonate + 5%DW 1L): 3,5 mL/kg/hr for 1 hr → 1,2 mL/kg/hr for 6 hrs post-contrast administration
- 3. Emergency procedure
 - Acetylcysteine(I-ACEC) 150 mg/kg in NS 500 mL iv over 30 min immediately before contrast exposure → acetylcysteine 50 mg/kg in NS 500 mL iv over 4 hrs

■ Risk factors for contrast-induced nephropathy

patient related

CKD, DM, urgent/elective procedure, intra-aortic balloon pump, CHF,

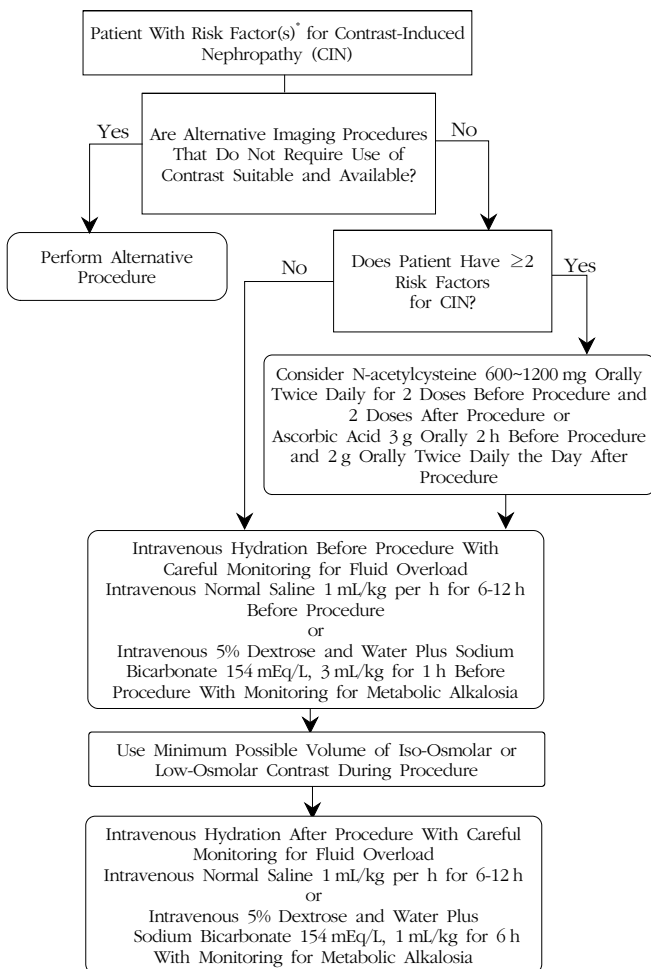
old age, HTN, low hematocrit, LV EF<40%

Not patient related

contrast properties(high osmolar, ionic contrast(low<isoo-smolar))

high dose contrast

Figure. Strategy for Management of Patients With Risk Factors for Contrast-Induced Nephropathy



19. Chronic kidney disease

19.1. 정의

3개월 이상 renal damage or $GFR < 60 \text{ ml/min/1.73 m}^2$

▷ renal damage

- ▶ persistent proteinuria or microalbuminuria
- ▶ Persistent haematuria(after exclusion of other causes, e.g. urological disease)
- ▶ Structural abnormalities of the kidneys(by ultrasound scanning or other radiological tests)
e.g. polycystic kidney disease, reflux nephropathy
- ▶ Biopsy-proven chronic glomerulonephritis

19.2. stage

stage	GFR(ml/min/1.73 m ²)	
stage I	≥ 90	renal damage
stage II	60~89	renal damage
stage III	30~59	
stage IV	15~29	dialysis, 이식 준비
stage V	< 15	신대체 요법

19.3. GFR 측정

▷ CKD에서는 MDRD 사용(24 hr urine보다 정확)

▷ MDRD

- ▶ stage III 이하에서 사용
- ▶ 정상인에서는 낮게 측정되는 경향이 있다

▷ Cockcroft-Gault

- ▶ $[(140 - \text{age}) * \text{B.W}]/72 * \text{Serum Cr}(\text{여성은} * 0.85)$
- ▶ GFR이 더 높게 측정, 특히 CKD 환자에서

19.4. proteinuria

- ▷ 정상 proteinuria <150 mg/day, albuminuria <10(20) mg/day
- ▷ microalbuminuria
 - ▶ 24hr urine: 30 to 300 mg/day
 - ▶ ACR spot urine: female 30 to 300 mg/g
male 20 to 200 mg/g(many muscle mass)
 - ▶ PCR spot urine: ≥ 45 mg/g
- ▷ macroalbuminuria(overt proteinuria)
 - : ≥ 300 mg/day(mg/g), 이때부터 dipstick positive proteinuria
가 300 or 500 mg/day을 초과하면 대부분 albumin 이어서
ACR이나 PCR 둘 다 동일하다.
- ▷ dipstick $\geq 1+$ 시
 - ▶ 3개월 안에 정량적 방법으로 확인
 - ▶ 24 hr urine or spot urine PCR(protein/Cr) 시행
 - ▶ UTI 감별위한 urine culture도 동시시행
 - ▶ postural proteinurie 감별위해 아침 첫 소변으로 시행
but daytime sample도 가능, 되도록 night/overnight은 피한다.
- ▷ urine protien: Cr ratio ≥ 45 mg/g or albumin: Cr ratio ≥ 30
mg/g \rightarrow microalbuminuria
- ▷ persistent proteinuria two or more positive tests for pro-
teinuria, preferably spaced by 1 to 2 weeks

		normal	micro	overt
	24 hr-urine	<30 (mg/d)	30~300	>300 mg
albuminuria	spot albumin/ creatinine(mg/g)	<30 (mg/g)	30~300	>300
	spot ACR(남자)	<17 (mg/g)	17~250	>250
	spot ACR(여자)	<25 (mg/g)	25~355	>355
total proteinuria	24 hr urine	<150		>300
	spot protein/ creatinine(mg/g)	<45 (mg/g)		>300

19.5. HTN in CKD

■ mechanism

- ▷ sodium and volume excess
- ▷ RAS activation d/t primary vascular disease, regional ischemia induced by scarring
- ▷ increased activity of sympathetic system activation of chemoreceptors within kidney by uremic metabolite
 - afferent and efferent pathway
 - sympathetic activation
- ▷ increase in endothelium-derived vasoconstrictor(endothelin-1)
decrease in endothelium-derived vasodilator(NO) by inhibitor of NO synthesis(asymmetrical dimethylarginine)
- ▷ intracellular Ca 증가 → vasoconstriction and arterial calcification
 - ▶ hyperparathyroidism
 - ▶ secretion of ouabain-like inhibitor of Na-K ATPase
 - elevations in intracellular Na and Ca
- ▷ administraiton of erythropoietin

■ 목표

- ▷ 130/80 mmHg, but Proteinuria>1.0 g /day 시 125/75 mmHg

- ▷ but <120 mmHg는 주의, 사망률 증가
- ▷ prehemodialysis 140/90, posthemodialysis 130/80
- ▷ interdialytic BP → prehemo. BP- 10, posthemo. BP+7
- **diabetic nephropathy**
 - ▷ HTN 유무에 관계없이 ACE I or ARB로 치료
- **non-diabetic nephropathy**
 - ▷ spot urine protein/Cr >200 mg/g 시 ACEi or ARB로 치료
 - ▷ spot urine protein/Cr <500 mg/g이 목표
 - ▷ ACEi and ARB의 병용치료에 대해서는 더 연구 필요
- **HTN in KTP pt.**
 - ▷ dihydropyridine 계열 CCB가 초기 치료약제로 선호
 - cyclosporine or tacrolimus의 vasoconstriction 완화
 - GFR 호전
 - ▷ ACEi or ARB는 조심해서 사용
- **ACE I or ARB**
 - ▷ 혈압강하효과 + 단백뇨 감소 + 신기능보호(항염증작용, 성장인자분비감소)
 - ▷ 병용 가능(but non-diabetic에서는 연구 필요)
 - ▷ ACE I and ARB는 inhibition of action of EPO
 - ▷ stop Ix
 - ▶ 치료 2주 이내 elevation in S-Cr >20% → both renal a. stenosis 가능성 ↑
 - ▶ 치료 2개월 이내 elevation in S-Cr >30%
 - ▶ $K^+ \geq 5.5 \text{ mEq/L}$
- **CCB**
 - ▷ non-dihydropyridine 계열(verapamil, diltiazem,.)
 - proteinuria 감소 효과

▷ dihydropyridine 계열

→ 혈압 강하 효과는 좋으나, 단백뇨 감소는 적다

■ diuretics

▷ Thiazide 1~3단계 CKD, 1회/day

▷ metolazone은 3단계 이상에서도 가능

▷ loop diuretics는 4,5단계에서 1~2회/day

	initial dose	maintenance	remove during HD
CCB			
Nifedipine XL(adalat 30,60)	30, 60 mg qd	30/60 mg bid total 120 mg	no
amlodipine	5 mg qd	5 mg bid	no
felodipine	5 mg qd	total 20 mg qd 5 mg bid	no
manidipine	5 mg qd	total 20 mg qd	no
ACE i			
ramipril(5)(Tritace)	2.5 mg qd	10 mg qd(bid 가능)	yes
captopril(12.5)(Capril)	6.25 mg tid	50 mg tid	yes
ARB			
Candesartan(8)(Atacan)	8 mg qd	32 mg qd	no(but 50% 감량)
Losartan(50)(Cozaar)	50 mg qd	100 mg qd(50 bid)	no
Telmisartan(Prior)	20 mg qd	80 mg qd	no
Valsartan(Diovan)	80 mg qd 40 mg bid	160 mg qd 160 mg bid	no
	β -blocker		
Carvedilol(12.5) (dilatrend)	6.25 mg bid	25 mg bid	yes
Atenolol(50) (Tenormin)	25 mg qd	100 mg qd	yes(50 mg q 48 hr)
	25 mg bid	50 mg bid	
	50 mg qd		
α -blocker			
Doxazocin(4) (cardura XL)	2 mg qd	8 mg qd	no
	4 mg qd	4 mg bid	
direct vasodilator			
minoxidil(5)	5 mg qd	80 mg qd	yes
	5 mg bid	40 mg bid	
hydralazine(25)	10 mg qid 25 mg bid	50 mg bid	no
diuretics			
Metolazone(5)	5 mg qd	20 mg qd(edema)	
Furosemide(40 mg)	40 mg qd	40 mg bid	

- ▷ K^+ sparing는 hyperkalemia, ACEi or ARB 병용 시, stage 4, 5 시 조심
- ▷ 장기간 diuretics 사용 시 thiazide + loop diuretics 병용 사용
- ▷ $Cr > 2.5$ mg/dL 시 furosemide만 효과 있다.

■ Hypertensive urgency

- ▷ long acting CCB(주로 adalat 30 or 60 mg)
- ▷ α -blocker(주로 cardura XL)
- ▷ 그 외 ACEi or β β

19.6. Hypertensive emergency

- ▷ nitroprusside
 - ▶ 수초 내 action, 1~2분 작용
 - ▶ initial 0.25 ug/kg/min \rightarrow 3 ug/kg/min maximum 10 ug/kg/min
 - ▶ 5D5 250 ml + INPRD 1A(50 mg) initial 4 ml/hr \rightarrow 36 ml/hr
 - ▶ cyanide toxicity \rightarrow N/V, myclonic movement, seizure < 10 mg/dL로 유지
 - ▶ nitroprusside와 metabolite는 dialysis에 의해 제거됨
- ▷ labetalol
 - ▶ nital 20 mg iv for 10min \rightarrow 20~80 mg iv q 10 min total 300 mg
 - 5D5B 160 ml(200 ml) + ILABE 2A(200 mg) mix Initial 30 ml/hr \rightarrow max. 120 ml/hr
 - Initial 0.5 mg/min \rightarrow max. 2 mg/min
 - ▶ C/Ix
 - HF, heart blocker, asthma
- ▷ hydralazine
 - ▶ 10~20 mg iv slowly
 - ▶ C/Ix \rightarrow ischemic heart disease

19.7. DM in CKD

■ 목표

- ▷ fasting 90~130 mg/dl, pp2h<180 mg/dl
- ▷ HbA1c <7%
 - ▶ CKD에서는 RBC의 수명이 짧거나, hemolysis, IDA로 인해 실제 A1c 낮을 수도
 - ▶ acidosis에서는 carbamyl on RBC로 인해 증가

■ medication

- ▷ 분류
 - ▶ insulin 분비 증가 → sulfonylurea, meglitinide
 - ▶ insulin sensitivity 증가 → thiazolidinedione
 - ▶ gluconeogenesis 억제 → biguanide
 - ▶ carbonate 흡수 감소 → α -glucosidase inhibitor
- ▷ 주의 사항
 - ▶ biguanide(metformin) → lactic acidosis 증가, 금기 in CKD
 - ▶ α -glucosidase inhibitor → 체내 흡수 증가 in CKD 금기 in pt. >Scr 2.0
 - ▶ thiazolidinedione(actos 등)
 - HF NYHA 3,4 이상, severe osteoporosis, Fx. risk 있을 시 금기
 - ▶ sulfonylurea
- ▷ glipizide, gliclazide 안전
- ▷ glimepiride 1 mg으로 시작, dialysis 시 C/Ix
 - ▶ meglitinides
- ▷ repaglinide → 비교적 안전
- ▷ nateglinide → 60 mg으로 시작, dialysis 시 C/Ix.

19.8. anemia in CKD

■ 목표

▷ Hb 11 ~ 12 g/dL

Ferritin > 100 ug/dl (HD는 > 200 ug/dl),

TSAT (S iron / TIBC x 100) > 20%

Hb 상승 속도 1개월에 1 ~ 2 g/dL

▷ 치료

Hb < 10에서 시작, Hb > 11 g/dL에서 stop (보혈기준)

▷ Hb > 13 g/dL에서 cardiovascular Cx. 및 mortality 증가

Ferritin > 800 ug/L 시 철분의 과부하 고려

■ iron

BHEMO 1T bid (GI trouble 있다)

Hb < 10 and Hct < 30 and Ferritin < 100 or TSAT < 20% 시

→ IV iron (IRON 1A + NS100): 주 2회씩 8회까지 보혈 인정

but 보호환자는 보혈 안됨 (1회당 1만원씩)

■ ESA (erythrocyte stimulating agents)

▷ Erythropoietin (EPO): short acting

▶ S.C가 iv보다 30% 용량 감량 효과, SC 아프다

▶ erythropoietin alfa/beta,

▶ starting dose 50 ~ 100 U/kg/주, 주로 HD pt./주 3회 (투석 시)

▶ resistant: > 20,000 U /주 (300U /kg/주)

▶ IEPO2/4 (2000/4000 U), IEPOB2/3/4/5 (보호환자는 3000 U까지만 보혈)

▷ Darbepoietin alfa (IDPO)

▶ iv와 s.c 동일, EPO보다 덜 아프다

▶ starting dose 0.45 ug/kg/주, 주로 PD pt./non-dialysis pt./주 1회

▶ resistant: >100 ug/주

▷ resistant

▶ iron deficiency, inflammation → m/c

▶ Vit B 12 def, folate def., malnutrition

▶ chronic blood loss, hemolysis

▶ inadequate dialysis

▶ hyperparathyroidism, aluminum toxicity, other malignancy
multiple myeloma

19.9. hyperlipidemia in CKD

■ 목표 in CKD and KTP

▷ LDL-C < 100 mg/dL

▷ non-HDL C < 130 mg/dL (LDL-C < 100 mg/dL but TG > 200 mg/dL and non-HDL > 130 mg/dL 일 때)

cf, non-HDL = total chol. - HDL

▷ fasting TG > 200 mg/dL 일 때 TG lowering agent 사용

■ 주의 사항

▷ calcinurine inhibitor (cyclosporine or tacrolimu)와 병용 시 용량 감량

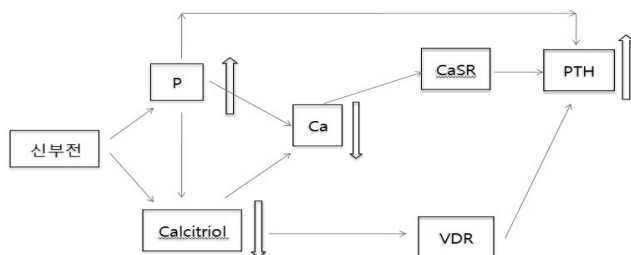
▷ bile acid swquestrant → cyclosporine 복용 1~4시간 후 복용

statin	Level of GFR		with cyclosporine
	≥ 30	≤ 30	
atrovastatin	10~80 mg	10~80 mg	10~40 mg
fluvastatin	20~80 mg	10~40 mg	10~40 mg
lovastatin	20~80 mg	10~40 mg	10~40 mg
pravastatin	20~40 mg	20~40 mg	20~40 mg
simvastatin	20~80 mg	10~40 mg	10~40 mg

19.10. Ca and P metabolism

혈청 인	5.5 - 3.5 mg/dL
혈청 칼슘	8.4 - 9.5 mg/dL
혈청 칼슘 x 인	55 mg ² /dL ² 미만
혈청 PTH	150 - 300 pg/mL

CKD에서의 therapeutic target K/DOQI 지침



■ CKD에서 Ca, P, PTH목표치 달성을 위한 적절한 관리

1. 인 섭취 제한(낙농제품, 일부 채소, 다수 가공식품, 콜라 등)
2. 인결합제 투여(칼슘함유, 또는 비함유 인결합제)

칼슘 함유: BCAAC(calcium acetate), BCAOD(calcium carbonate)

과다할 경우: hypercalcemia(CaP 증가: 혈관 석회화)

과다한 PTH억제: adynamic bone disease

투석 환자에서 투여 금기(K/DOQI 지침): Ca > 10.2 mg/dL, PTH < 150 pg/ml

칼슘 비함유: BSEVB(Sevelamer, 상품명 renagel), BLANTA (Lanthanum, 상품명 fosrenol)

3. 비타민 D analogues: BCALT(calcitriol, 상품명 bonky)

Calcitriol: 장에서 Ca, P 흡수 증가, 부갑상선의 VDR(Vit D receptor)에 작용하여 PTH 억제

부작용: hypercalcemia, hyperphosphatemia

Calcimimetics: CaSR(Ca. sensing receptor of parathyroid)에 작용하여 PTH 억제

Ca 증가 없다 but 본원에 없다

■ 혈청 인/칼슘/PTH에 따른 단계적 대처

1단계: check P level

2단계: check Ca level

1. $P > 5.5$ mg/dL 인결합제 복용 및 인 섭취제한

→ Ca, < 9.5 mg/dL 칼슘함유 인결합제(BCAAC, BCAOD)

Ca, > 9.5 mg/dL 칼슘비함유 인결합제(BSEVB, BLANTA)

(참고, BSEVB, BLANTA는 $\text{Ca} \times \text{P} > 55$ 일 때 보혐 된다.)

2. $P < 5.5$ mg/dL

→ Ca, < 9.5 칼슘 공급 목적으로 칼슘함유 인결합제 식후 30분 복용

Ca, > 9.5 인결합제 불필요

but vascular calcification(+), cardiovascular risk 크면 칼슘비함유 인결합제 사용

3단계: check PTH level(3개월마다 측정)

1. $\text{PTH} > 300$ pg/mL: Vit D analogue(BCALT) or Calcimimetic 추가

Ca < 8.5 (9.5) and $P < 5.5$ 이면 Vit D 사용

그 외에는 Calcimimetics 사용(금기: Ca < 8.5)

2. Calcitriol 사용 중 P 증가하면 칼슘 비함유 인결합제 사용

■ P

▷ 목표: P 3.5~5.5 mg/dl

- ▷ 약품 ▶ Ca, carbonate 1T or 2T tid(식사 직후)
 - Ca 공급 목적이면 식사 30분 후 복용
 - Ca, acetate가 Ca, carbonate보다 hypercalcemia 적다. 또한 Ca, acetate가 산/알칼리 환경에서 용해되므로, 산성에서만 용해되는 Ca, carbonate보다 더 효율적(많은 환자가 achlorhydria가 있거나 H2 blocker 복용) but BCAAC가 더 크기가 크다.
- ▶ Sevelamer(Renagel) 800 mg~1600 mg tid(식사 직후)
 - ion교환에 의해 인과 결합하는 Cationic polymer amine 장 흡수가 없고, 인 저하 효과는 칼슘염과 비슷
 - Ca이 정상이거나 정상 이상일 때 사용, PTH 감소 시 사용
 - 보험 기준, $Ca \times P > 55$
 - LDL 감소 효과도 있다
 - S/E GI trouble, mild hypercalcemia, mild meta, acidosis
- ▶ Lanthanum carbonate(Fosrenol)
 - 0.02% 미만이 위장관으로 흡수되나 담즙을 통해 배설(체내 축적 없다)
 - 인 저하 효과 칼슘염과 비슷
 - hypercalcemia 시 복용

■ Ca.

- ▷ 목표: 8.5~9.5 mg/dl(8.5~10.5)

- ▷ Ca, $X P < 55 \text{ mg}^2/\text{dl}^2$

■ PTH

- ▷ 목표 150~300 pg/ml
- ▷ < 60 pg/ml 시 adynamic bone disease 고려

■ vitamin D

- ▷ 측정 serum 25-vit. D로 측정
- ▷ 목표

25-vit.D > 30 ng/ml로 유지

1 α -hydroxylase deficiency in kidney of CKD

but other tissue에도 존재

따라서 vit D 공급 필요

▶ 공급 ▶ calcitriol(1,25-Vit D) BCALT(bonky)

1C qd → 1C bid → 2C bid까지 증량 가능

▶ secondary hyperparathyroidism 억제 목적으로만 쓴다

▶ hypercalcemia, hyperphosphatemia 위험성 있다

■ 투석액에 의한 Ca 부하

1. 복막/혈액 투석 환자에서 투석액 Ca < 2.5 mEq/L 시 칼슘 부하 없다
2. 저칼슘 투석액 (91.5~2.0 mEq/L): 칼슘 함유 인결합제 다량 투여 가능: 인 조절 용이
PTH가 낮은 adynamic bone disease에 사용
3. 고칼슘 투석액(3.5 mEq/L): 900 mg의 칼슘 부하, hungry bone syndrome에 사용

19.11. ACEi or ARB in CKD

1. hyperkalemia, GFR 상승 가능
2. ACE I or ARB 시작 1주 후 BUN/Cr, K F/U
3. K 증가하였으나, K < 5.5 mEq/L일 때는, 용량 감량하거나, ACEi, ARB, spironolactone 함께 사용 시 한 가지는 stop한다.
4. K > 5.5 mEq/L 시 ACEi or ARB 중단한다.

19.11. DM CKD

19.11.1. introduction

1. DM pt. 20~30%에서 DM nephropathy로 진행

2. type 2 DM은 DM 자체가 늦게 발견되는 경우가 많으므로, DM 진단 당시 이미 DM CKD 경우가 많다(진단 당시부터 microalbuminuria(+)) but type I DM은 5~10년 이후부터 microalbuminuria(+)
3. 500 mg/day 이상의 proteinuria시 50%에서 5~10년 내에 ESRD 진행.
4. microalbuminuria(+): 10~20년 후 ESRD
5. DM retinopathy: DM nephropathy가 발생했을 때 type I DM에서 90%, type II DM에서는 60% DM retinopathy 동반

19.11.2. pathology

1. thickening of GBM
2. expansion of mesangium, mesangium sclerosis
3. nodular glomerular sclerosis or Kimmelstiel-Wilson nodules
4. vascular change: hyaline and hypertensive arteriosclerosis

19.11.3. stage of DM CKD

1. stage I: hyperfiltration, GFR 상승
2. stage II: microalbuminuria, 철저한 BP, glc. control GBM thickening, mesangial expansion
3. stage III: overt proteinuria, macroalbuminuria microvascular hyalinosis, tubulointerstitial fibrosis
4. stage IV: ESRD

19.11.4. 비당뇨성 신질환을 의심해야하는 상황(신장요로학 p317)

1. 당뇨 발생 5년 이내(특히 type I DM에서), 혹은 35년 이상
2. 신기능의 빠른 감소
3. DM retinopathy가 없는 경우
4. 고혈압이 없는 경우
5. 신장 size의 감소

6. dysmorphic RBC, RBC cast

19.11.5. Tx.

1. 고혈압이 없더라도, microalbuminuria가 있으면 ACEi or ARB 사용한다.
2. 철저한 DM, HTN 조절

19.12. Serum Enzyme Levels in End-stage renal disease patients

■ Enzymes associated with AMI

■ Total CK

- ▷ 투석환자의 10~50%에서 $UN \leq 3$ 배
- ▷ 원인은 알려져 있지 않으며 CAPD \leq HD. 여성 \leq 남성
- ▷ arm circumferenced와 correlation이 있다.
- ▷ KTP 이후에는 normal range 이하로 떨어지는 것으로 알려져 있다.

■ CK-MB

- ▷ MI의 증거가 없는 투석환자의 3~30%에서 상승
- ▷ 투석환자에게서 $CK-MB/CK \leq 8\%$

■ LDH

- ▷ ARF 환자에게서 reduced elimination으로 인해 35%의 환자에게까지 증가할 수 있는 것으로 되어있으나 LDH1/LDH5 ratio가 1보다 작게 나타나는 “isomorphic”한 패턴으로 나타나고 다양한 LDH isoenzyme들이 proportional하게 증가하는 것으로 되어 있다. 또한 HD하는 환자에 있어서는 ultrafiltration에 의한 hemoconcentration effect로 인해 상승할 수 있어 predialysis sample로 검사해야 한다.

■ Troponin T

- ▷ Dialysis patient의 71%에서 높게 나타날 수 있다.
- ▷ serum Cr level과 correlation 하는 것으로 알려져 있어 신기능 장애로 인한 것으로 추정하고 있으며 HD로 인해 혈중농도가 변하지 않는다.

■ Troponin I

- ▷ Advanced renal failure 환자의 9%에서 상승
- ▷ HD에 영향 받지 않는다.

■ Enzymes associated with hepatic disease

■ AST and ALT

- ▷ 10~90%의 환자에게서 낮아져 있다.
- ▷ 이유는 확실하지 않으나 uremic toxin에 의한 transaminase inhibition이 원인인 것으로 알려져 있다.
- ▷ 혈청 AST level은 dialysis 이후 상승되어지는데 이는 dialyzable inhibitor들이 투석으로 제거되어지고 체외순환중인 적혈구로부터 enzyme release가 나타나기 때문이며 ultrafiltration에 의한 hemoconcentration effect 역시 원인으로 들 수 있다.
- ▷ Baseline AST and ALT level이 투석환자에게서 낮아져 있으므로 정상치 위로 약간 상승한 검사 수치로도 hepatic disease를 의심해야 하는 clue가 된다.

■ ALP

- ▷ Bone, Intestine, Lung, Kidney, WBC, Placenta, Tumor cell 등에서 만들어진다.
- ▷ 투석환자에게 있어서 bone이나 liver disease는 흔한 질환이나 정상치의 50% 미만으로 상승되어져 있는 ALP 수치는 intestinal isoenzyme에 의한 경우가 흔하다. 따라서 serum 내 enzyme의 heat-stability를 test하거나(bone-derived enzyme은

heat-exposure 이후에는 activity를 잃게 된다) 다른 hepato-biliary enzyme들을 같이 검사하여 간질환의 유무를 판단한다.

▣ Enzymes associated with pancreatitis

■ Amylase

▷ 50% 정도의 투석환자에게 있어서 urinary excretion의 장애로 인해서 pancreatitis의 임상적인 증거가 없어도 upper normal value의 3배까지 증가할 수 있다. CKD에서보다ARF 환자의 경우에서 더 많이 상승하는 것으로 되어 있으며 icodextrin-containing peritosol을 사용하는 CAPD 환자에게 있어서 가짜로 낮아지는 것으로 알려져 있다. 따라서 pancreatitis 증상이 있는 투석환자에게 있어서 정상치보다 3배 이상 상승하는 amylase level은 pancreatitis를 의심 가능하게 하는 소견이라고 할 수 있다.

▷ CAPD 환자에게 있어서 복막액의 amylase level은 쉽게 썰 수 있으나 severe pancreatitis의 경우에 있어서만 약간 상승하는 것으로 되어 있어서 진단의존도가 떨어진다. 그러나 100 IU/dL 이상의 amylase level은 pancreatitis 또는 다른 복강 내 catastrophe를 의미한다.

■ Lipase

▷ 50% 정도의 투석환자에게서 정상치의 2배까지 상승 가능한 것으로 알려져 있다. HD 후에는 heparin에 의한 lipolytic activity와 ultrafiltration에 의한 hemoconcentration effect로 인해서 상승하므로 predialysis sample을 얻을 필요가 있다.

19.13. CKD order I

19.14. CKD order II

V/S	q 8 hrs B.P R.R B.T P.R		
BED	Bed Rest		
S/O	Check Intake/Output 8HRS		
S/O	양팔, 양손 IM/IV 금지		
S/O	check daily body weight		
S/O	상식 (6) 신부전<S:10>		
IEP02	1SR/2000IU Epokine prefilled 2,((1회)IV QD(진료과	1 SR
IDP02	1SR/ Aranesp 40 20MCG/0.5ml	(1회)SC QD(진료과	1 SR
BNYIT	1TB/ Diavita	(1회)아침 식후30분	1 TB
BHEM0	1TB/ Feroba-You	(2회)아침, 저녁 식	1 TB
BCAAC	1TB/710MG Nephro 710mg/Tab	(3회)매 식후곧(진	1 TB
G6504	HAND	B-SERIES B-AP, LAT	
G6402	WRIST		
82BB3	SPINE AP & FEMUR SINGLE		
81BB	Color D E		
CDP01	혈관내중막검사(동서혈전 초음파)		
81TB2	ABDOMEN & PELVIS(복부 초음파)		
25SA	Anti-CMY IgM		
83VY	PTH (S)		
EPTFT	갑상선기능검사-NEW		
24DQ	Serum Iron		
24DP	TIBC		
21AG	Reticulocyte count		
21AR	PB smear		
82UF	Vit-B12 (S)		
82UI	Folate (S)		
82UQ	Ferritin (S)		
22CN	Na	Urine, 24hr	
22CK	K	Urine, 24hr	
22CL	Cl	Urine, 24hr	
22BT	Urea Nitrogen	Urine, 24hr	
22BY	CrCl	Urine, 24hr	
22B0	Protein	Urine, 24hr	
22BP	Glucose	Urine, 24hr	
22BQ	Creatinine	Urine, 24hr	
22BS	Uric acid	Urine, 24hr	
22BOR	Random Protein	Urine, random	
22BPR	Random Glucose	Urine, random	
22BQR	Random Creatinine	Urine, random	
22CNR	Random Na	Urine, random	

20. Hemodialysis(Uptodate, Harrison p1771~, Hand-book of dialysis)

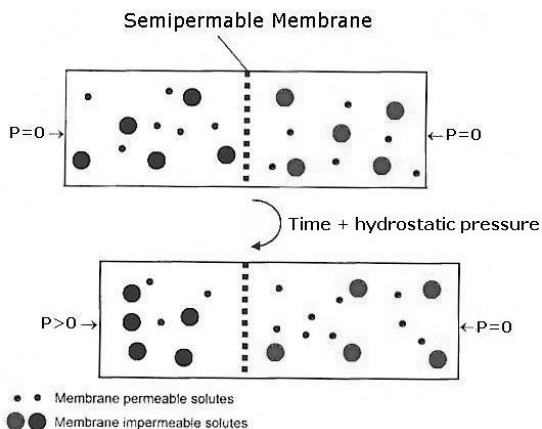
20.1. dialysis principle

■ water movement

- ▷ ultrafiltration semipermeable memb. 사이로 solvent의 이동을 뜻함
- ▷ hydrostatic pr.(HD) or osmotic pressure(PD) 차이에 의해 이동

■ solute movement(removal)

- ▷ diffusion(hemodialysis)



- ▷ semipermeable memb. 사이의 농도 차이에 의해 이동
- ▷ 막 사이의 농도 차와 molecule의 속도(small molecule이 빠르다), blood flow에 의해 removal rate 결정
- ▷ dialysis fluid와 blood가 반대 방향으로 이동하면서 농도 차 발생.

▷ convection(hemofiltration)

- ▶ semipermeable memb.으로 water가 이동할 때, 그 힘으로 solute 동반 이동
- ▶ replacement fluid를 직접 blood line을 통해서 공급(ultrafiltration으로 인해 많은 양의 water가 빠져나가므로)
- ▶ dialysis fluid가 없다.
- ▶ small molecular 뿐만이 아니라, large molecule도 제거 가능
- ▶ Ultrafiltration coefficient(Kuf) number of milliliters of fluid/hour/mmHg pressure gr.

■ hemodiafiltration

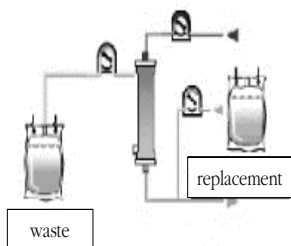
- ▷ water shift ultrafiltration by hydrostatic pr.
- ▷ solute shift
 - ▶ diffusion + convection
- ▷ dialysis fluid + replacement fluid 사용

■ hemoultrafiltration

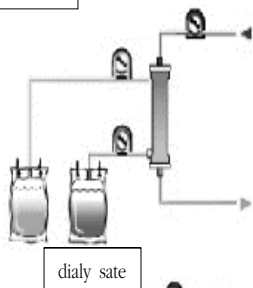
- ▷ water removal만
- ▷ dialysis fluid, replacement fluid 모두 없다

Continuous Renal Replacement Therapies

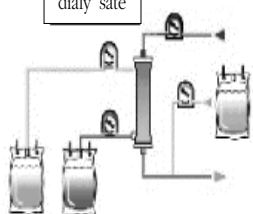
Technique involving continuous hemodialysis, hemofiltration, hemodiafiltration or ultrafiltration



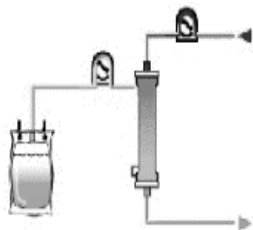
CVVH(Continuous venovenous hemofiltration)
Continuous hemofiltration with the aid of a blood pump provides solute removal by convection. It offers high volume ultrafiltration using replacement fluid, which can be administered pre-filter or post-filter. The pump guarantees adequate blood flow to maintain required pressures. Venous blood access is usually femoral, jugular or subclavian using a double lumen cannula.



CVVH(Continuous venovenous hemo-dialysis)
Continuous hemodialysis with the aid of a blood pump and using venous access. It provides solute removal by diffusion. Dialysate is pumped in counter flow to the blood.



CVVH(Continuous venovenous hemo-diafiltration)
Continuous hemodiafiltration with the aid of a blood pump provides solute removal by diffusion and convection simultaneously. It offers high volume ultrafiltration using replacement fluid, which can be administered pre-filter or post-filter. Simultaneously, dialysate is pumped in counter flow to the blood.



SCUF(Slow continuous ultrafiltration)
Continuous process of fluid removal across a semipermeable membrane, providing partial fluid removal by ultrafiltration. No substitution fluid or dialysate is used.

20.2. dialysis lx

fluid overload: uncontrolled pulmonary edema

Uncontrolled metabolic acidosis

Unresponsive hyperkalemia

Pericarditis present

Neurologic manifestations

기타 조절되지 않는 uremic sx.

GFR less than 15 ml/minute(maybe)

20.3. Emergency HD를 위한 venous catheter insertion

1. insertion site(선호도 순)

Rt. int. jugular vein(짧고 곧게 상대정맥과 우심방의 경계 부위에 도달)

Lt. int. jugular vein

Rt./Lt. femoral vein(가장 높은 감염률, 1주 이내만 사용 시 선택)

Rt./Lt. subclavian vein(기흉의 위험이 가장 높고, 향후 AVF 형성을 어렵게 만드는 중심 정맥 협착의 위험이 있다.)

2. 사용기간

femoral vein: 1주(보통 3일 후 int.jugular vein으로 바꾼다)

int. jugular vein: 3~4주

3. 주의사항

되도록 sono-guided insertion 시행

슬기 후 반드시 X-ray 촬영하여 catheter tip 위치(tip 끝이 standing+inspiration position에서 IVC, atrum junction에 위치해야 한다)나 complication(pneumothorax 등) 확인.

20.4. Permanent vascular access(Handbook of dialysis p89)

nondominant arm에 시술(ex. 오른손잡이 → 왼팔에 시술)

1. AVF:

long patency, low complication rate, long waiting time
wrist in forearm(radiocephalic AVF or Brescia-Cimino fistula)

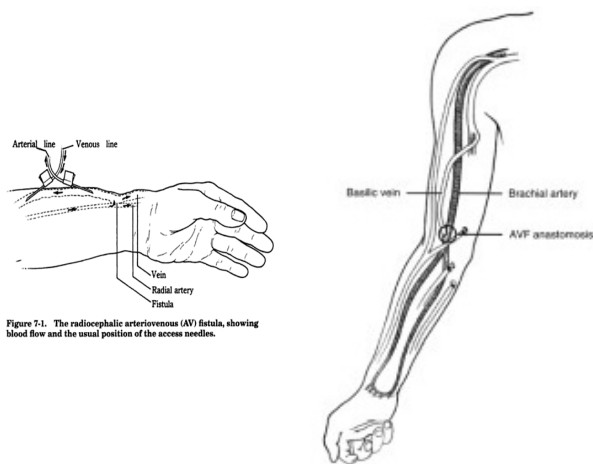
m/c site, 그림

snuff-box(ular-basilic), elbow(brachiocephalic)

upper arm(transposed brachio-basilic AVF, 그림)

op 후 최소 6주 이상 기다려야 한다.

thrill(만졌을 때 혈액 흐름), bruit(청진기로 들었을 때 혈액 흐름) 체크한다.



2. AVG:

인조혈관 사용(PTFE(polytetrafluoroethylene) m/c material)

short patency, higher stenosis(hyperplasia of venous intima,

thrombosis), higher infection but short waiting time, easy to needling

1~3주간 기다려야 한다.

참고: AVG는 thrill 만져지지 않고 bruit만 들린다.

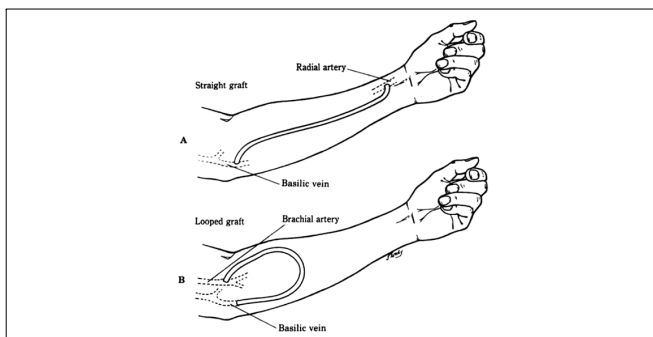


Fig. The two most common type of AV grafts. A: The straight graft between the radial artery and basilic vein, B: The loop graft between the brachial artery and basilic vein. (Modified from Larson E, et al. Development of the clinical nephrology practitioner. St. Louis: Mosby, 1982)

20.5. Hemodialysis order

다음의 order는 단지 참고일 뿐이며, 환자마다 달라져야 하지만, Duration, HPR, BF, UF 4가지는 반드시 주치의가 정해줘야 한다.

1. duration

처음 HD 시행 시 2시간, 3일 연속 시행 → 이후 3 or 4시간 regular HD

2. BF(blood flow)

처음 HD 시행 시 100 ml~150 ml/min로 시작(잔존 신기능이 남아있는 환자는 되도록 blood flow를 적게 한다.), 이후 투석시마다 20~50 ml/min씩 증가시킨다.

유지 BF: 200~300 ml/min, cf) dial

3. UF(ultrafiltration으로 제거하는 water의 양)

- ▶ 병원에 입원한 환자는 들어가는 iv fluid volume, oral intake, urine volume, insensible loss(500 ml), pul.edema or pph. edema 상태 파악해서 직접 UF 입력하거 나, 투석실 환자의 경우 환자의 dry weight까지 UF으로 제거한다.
- ▶ dry weight: 환자의 excess volume(water)를 제거한 최적의 투석 후 몸무게(투석 후 pph. edema, pul.edema 등의 volume overload의 소견이 없고, dizziness, hypotension, muscle cramping 등의 과도한 volume 제거의 소견이 없는 상태).
- ▶ 4시간 투석 시 최대 3.5 kg의 UF까지만 가능
2시간 투석 시 되도록 UF 2.0 kg를 넘기지 않도록 한다.

4. Heparin

- ▶ HD 시작 시: loading dose 250~500 U, maintenance dose 250~500 U/hr
유지 용량은 이후 투석시마다 250~500 U/hr로 증량(최대 2000 U/hr)(본원 AKU Heparin 용량: loading 1000 U, continuous 1000 U/3 hr)
- ▶ 유지 HD 시: loading dose 1000 U, maintenance dose 1000 U/hr
- ▶ heparin의 용량은 환자의 상태에 따라 달라져야 하며 위의 용량은 참고 용량일 뿐.
- ▶ bleeding risk 높은 환자는 Futhan(INAFA, INAFB)을 사용하거나, normal saline 사용
cf) Futhan(Nafamostat mesilate)(INAFA 2개, INAFB 3개로 order 낸다)
thrombin, 활성화형 응고인자(XIIa, Xa, VIIa), plasmin, kalli-

krein 등을 저해

반감기 5~8분, 출혈성 병변 및 출혈 경향을 갖는 환자의 투석 시 사용.

20.6. 투석의 적절도(Handbook of dialysis p146-169)

1. URR(urea reduction ratio)=(preHD BUN-postHD BUN)/preHD BUN

목표: 최소 65% 이상, 목표는 70% 유지(but 처음 HD시는 disequilibrium syndrome 예방하기 위해 40%를 넘기지 않는다)

2. Kt/V(volume of plasma cleared(Kt)/urea distribution volume (V))

- ① K(dialyzer clearance): K0A, QB and QD에 의해 결정

K0A: dialyzer mass transfer area coefficient dialysate, blood flow rate가 무한대로 증가되었을 때, 이론적으로 나올 수 있는 투석막의 dialyzer clearance(투석막마다 정해져 있다.) (본원 K0A: 920 ml/min 정도).

QB: blood flow rate(ml/min), 200~600 ml/min(보통 200~300 ml/min) blood flow rate 증가 시 투석 효율성 증가되지만 환자가 힘들어 한다.

QD: dialysate flow rate(ml/min), 본원 500 ml/min로 setting, 800 ml/min로 증가 가능

- ② t: dialysis time(minutes)

- ③ V: urea distribution volume(V)

나이, 체중, 성별에 의해서 정해지나 보통 55% of Body weight 로 생각하면 된다.

- ⑤ 목표: 최소 1.2 목표 1.4 이상(더 높다고 해서 더 좋은 것은 아니다).

$$spKt/V = \ln(R - 0.008 \times t) + (4 - 3.5 \times R) \times 0.55 \times UF/V_{ant}$$

$$spKt/V = \ln(R - 0.008 \times t) + (4 - 3.5 \times R) \times UF/W$$

(In: 자연log, R: 1-URR, t: time, UF: ultrafiltration, W: postHD BW)

한 달에 한 번씩 두 번째 공식을 이용해서 Kt/V를 구한다.

20.7. Hemodialysis complication

Hypotension, Headache, Nausea/vomiting

Malaise

Dizziness

Muscle cramps

d/t rapid fluid volume depletion

Blood Loss

Sepsis

Disequilibrium syndrome

Dialysis encephalopathy

20.8. 투석 중 hypotension의 예방 및 치료

HD 중 과도한 UF(volume removal), 환자의 cardiovascular disease가 원인

1. 환자를 Trendelenberg 자세로 한다.
2. UF를 줄이거나 0으로 한다.
3. normal saline 200~300 ml을 iv한다.
4. 투석 시간과 빈도를 증가시킨다(단위 시간당 빼는 UF을 줄이고 대신 투석 시간과 빈도를 증가시킨다).
5. 투석 전 항고혈압제의 사용을 피한다(필요하면 대신 저녁으로 투약 시간을 옮긴다).
6. 투석 전에 α -adrenergic agonis(midodrine, 10~40 mg, HD

90~120 min 전 투약)

7. 투석 중 음식물 섭취를 금지한다
8. 투석액의 Na 농도를 증가시킨다(140~145 mEq/L), Ca 농도를 증가시킨다.
9. 투석액의 온도를 35~36도로 차게 한다.
10. UF or Dry weight을 다시 설정한다.
11. 저염식을 교육하여 투석 간 체중 증가를 최소화한다(< 1 kg/day).
12. BF를 감소시킨다(마지막을 시행: BF를 감소시키는 것은 hypotension 치료에 효과 별로 없고 오히려 underdialysis를 초래한다).
→ hypotension 반복 시 반드시 echo 등 cardiovascular evaluation 한다.

Table 10-2. Handbook of dialysis p177

Table 10-2. Strategy to help prevent hypotension during dialysis

-
1. Use a dialysis machine with an ultrafiltration controller.
 2. Counsel patient to limit salt intake, which will result in a lower interdialytic weight gain (ideally < 1 kg per day).
 3. Reassess the patient's dry weight.
 4. Use a dialysis solution with a time-averaged concentration of sodium of 140~145 mM, as tolerated.
 5. Give daily dose of antihypertensive medications after, not before, dialysis.
 6. Use bicarbonate-containing dialysis solution.
 7. Use a dialysis solution temperature of 35.5°C with adjustment downward(or upward) as needed and tolerated.
 8. Ensure a predialysis hemoglobin level of ≥ 11 g/dL (110 g/L).
 9. Do not give food or glucose orally during dialysis to hypotension-prone patients.
 10. Consider use of a blood volume monitor.
 11. Consider use of α -adrenergic agonist (midodrine) prior to dialysis.
 12. Consider a 6-week trial of sertraline.
 13. Extend the length of dialysis by 30 minutes.
-

20.9. Disequilibrium syndrome

1. 원인

rapid changes in the composition of the extracellular fluid,
Solutes(BUN) removed more rapidly from the blood than
from the CSF and brain

Creates a high osmotic gradient in the brain resulting in a
shift of fluid into the brain=Cerebral edema

2. 증상

N/V

Confusion

Decreased level of consciousness

Restlessness

Headache

Twitching, jerking, seizures

3. Treatment:

slowing or stopping dialysis

Infusing hypertonic saline solution, albumin, mannitol

4. 예방

plasma BUN 감소율 40% 이하로 유지(acute HD)

5. Occurrence:

Usually during first treatment when BUN is the highest

Albumin used to decrease the occurrence

First treatment usually shorter to try to prevent this from
happening

20.10. Dual lumen catheter obstruction시 urokinase and tPA 사용법

1. catheter의 clamp를 푼 후 heparinized saline irrigation 시행한다.
: 2~3회, 투석이 끝난 후 시행함.
2. urokinase 5000 IU를 catheter에 천천히 채운다.
IUK5 = 50000 IU이므로 saline 20 cc에 mix 해서 2 cc를 catheter에 채움 → catheter에 명시되어있는 vol 확인(저항이 느껴지면 무리해서 넣지 않는다. → thrombus의 embolization 가능)
3. catheter를 clamp 후 30분간 놓아둔다.
Irrigation 시 저항이 느껴진 경우에는 1~2시간 놓아둔다.
4. catheter의 clamp를 푼 후 4~5 mL의 혈액을 aspiration 한다. catheter 내에 채워져 있던 혈액이 혈관 내로 들어가지 않도록 주의한다.
5. blood return이 없으면 위의 dose 반복 후 30분, 60분째 aspiration 한다.

20.11. AVF stenosis or obstruction

1. AVF(AVG) stenosis 시 blood flow 감소하고, thrill/bruit이 약해지고, proximal 부위 swelling/edema 발생.
2. 영상의학과에 진료 의뢰하여 angioplasty or thrombectomy 시행한다.
3. 반복적으로 stenosis 있으면, surgical op.로 새로운 AVF or AVG 만든다.

Table 6-3. Handbook of dialysis p101

Table 6-3. Dosing of tissue plasminogen activator (tPA) for occluded catheters

Catheter Lock and Aspirate Technique

Alteplase (1 mg/mL): Infuse 2 mg or volume of catheter into each catheter lumen as needed. For catheter lumen volumes >2 mL, after 2 mL of tPA is injected, inject sufficient normal saline to fill the catheter. For example, a 40-cm catheter with 2.6 mL volume per lumen: alteplase 2 mL injected (1 mg/mL), then 0.6 mL normal saline. After initial administration, let the thrombolytic dwell for 30 minutes and then aspirate. If there is no blood return, let the thrombolytic dwell for another 30 minutes. If there is still no blood return, repeat the dose and aspirate again at 30 and 60 minutes.

If a catheter is "occluded" and the thrombolytic cannot be injected, connect a three-way stopcock to the occluded catheter hub, and with a 20-mL nonfilled syringe aspirate on the catheter. The remaining port of the three-way stopcock should have the volume of thrombolytic in a syringe. With negative pressure on the catheter turn the stopcock so it is now open to the catheter and the thrombolytic. The negative pressure will be transferred to the thrombolytic syringe; aspirating its contents into the catheter.

Infusion Technique

When the dwell technique is unsuccessful, attempt a short-term infusion.

Begin by loading the catheter with tPA 2 mL per lumen. The concentration of tPA is 1 mg/mL. Once loaded, an infusion of tPA, 1 mg per lumen per hour, is run for 2-4 hours and then rechecked. The amount of thrombolytic utilized with infusion is probably not of sufficient amount to cause bleeding complications, but absolute and relative contraindications should be considered, and then risk versus benefit.

Locking catheters as well as biweekly or monthly instillations of thrombolytics have reportedly reduced catheter occlusions.

20.12. CRRT protocol

환자가 unstable hemodynamic state이면 CRRT를 한다(but CRRT도 SBP >100 mmHg 정도는 되어야 가능하다. 필요 시

inotropic infusion).

1. 전원을 켜다.

2. CHOOSE PATIENT

NEW PATIENT: 이 경우 기존 치료 기록 삭제

SAME PATIENT: 마지막 치료기록은 지속됨

선택항목 선택한다.

3. CHOOSE THERAPY

대개는 CVVHDF를 선택한다.

4. LOAD SET: SET를 장착한다.

FILTER 장착.

각각의 색깔에 맞게 장착한다.

5. PREPARE SOLUTIONS

anticoagulant, replacement, dialysate, priming 용액을 각각 위치에 장치한다.

anticoagulant: syringe 넣는 곳에 장착

replacement solution: dialysate 용액 중 하나를 오른쪽 측면 저울에 장치: 보라

Dialysate solution: dialysate 용액 중 하나를 왼쪽 측면 저울에 장치: 녹색

Priming solution: priming 용액을 오른쪽 모서리 저울에 장치

Empty bag: 빨간 line과 연결: 왼쪽 모서리에 장치

* Dialysate 용액(Hemosol BO, 5 L)

* Dialysate Additives: KCl mix해 준다.

Serum K⁺ level 따른 I-KCL 투여량

≥6 mmol/L: I-KCL 투여 안 함

5.1~5.9 mmol/L: I-KCL 15 mEq 투여(3 mEq/L 투여)

≤5.0 mmol/L: I-KCL 20 mEq 투여(4 mEq/L 투여)

CRRT 시행하면서 24 PL(전해질)을 q 5~6시간마다 검사하여
새 dialysate로 교체하기 전에 I-KCL 투여량을 결정해 준다.

6. CONNECT LINES TO SOLUTIONS

용액 연결 후PRIME을 누른다.

return line(파란색)을 priming 용액에 연결

effluent line(노란색)을 effluent bag에 연결

replacement line(보라색)을 replacement 용액에 연결

dialysate line(초록색)을 dialysate 용액에 연결

* Line 연결 시 주의 사항: 용액 연결하기 전 반드시 clamp
해서 연결한다.

연결 후에 꼭 clamp를 푼다.

7. Priming, please wait

7분 동안 priming 시행한다.

PRIMING은 2 L 시행한다.

1번 priming 용액: FNSB 1L with HPR 5,000 U/10,000 IU(대
개 10,000)

2번 priming 용액: FNSB 1L

* Kelly나 hammer로 filter의 위나 아래, sensor, line을 때려
air를 많이 배출한다.

Air를 많이 배출시킬수록 priming을 한 번 더 하는 수고를
덜 수 있다.

8. PRIMING COMPLETE

비어 있는 1번 priming 용액을 버리고 2번 priming 용액을
연결한다.(파란색)

REPRIME을 누르고 재시행

9. PRIMING COMPLETE

CONTINUE를 누른다.

* 이때 line을 disconnect 하지 않는 게 중요

10. Prime Test, please wait

11. PRIMING TEST PASSED

숫자들이 순서에 맞는지 확인한다.(0 1 2 3 ...)

숫자배열이 올바르면 CRRT를 환자와 연결할 준비를 한다.

12. 환자와 CRRT 연결

dual lumen 끝을 dressing하고 3-way로 다시 연결

빨간색, 파란색 색에 맞춰 연결한다.

13. SET FLOW RATES

BLOOD: blood flow양 조절한다(10~180 ml/min)

PT, FLUID REMOVAL: 실제 환자로부터 제거되는 양 조절(10~10,000 ml/hr)

DIALYSATE: DIALYSATE FLOW를 조정(500~2,500 ml/min)

REPLACEMENT: REPLACEMENT FLOW를 조정(100~2,000 ml/min)

14. MODIFY ANTICOAG

Delivery method: bolus 또는 Continuous의 방법을 선택한 후 anticoagulant 양을 조정

Flow rate

Continuous: 0~5.0 ml/hr

Bolus: 0.5~5.0 ml/hr

* Heparin 투여량

① Initial therapy

시작 시: 2,000~5,000 IU(2~5 ml) 투여, 이후 500~1,000 IU/h (0.5~1 ml) continuous infusion

② Monitoring: CRRT 도중 6시간마다 PTT check(arterial PTT, venous PTT 2개 같이 check)

목표: Arterial PTT 40~45 sec, venous PTT>65 sec
 만약 arterial PTT>45 sec: HPR 100 IU/hr 감량(0.1 ml)
 venous PTT<65 sec: HPR 100 IU/hr 증량(arterial PTT<45 sec일 때만)
 arterial PTT<45 sec: HPR 200 IU/hr 증량
 * Heparin mix syringe는 20,000 IU/20 ml이고 1000 IU/ml이다.

15. CONNECT PATIENT

start 누르면 시작한다.

16. STATUS: 현재 현황 화면

CRRT시행 중에 나타나는 화면이다.

STOP: CRRT 중단-끝내거나 문제 생겼을 때 누른다.

SET FLOW RATES: CRRT 시행 중 modifier를 조절할 때 누른다.

MORE SOFTKEYS: 예) change bag, Treatment History

17. TREATMENT HISTORY

I/O확인하고 Pt. Removal check: 실제 환자에게서 얼마나 체액이 제거됐는지 알 수 있다.

18. STOP

Change set

TEMP DISCON: PRIMING할 때 누른다.

END TREATMENT: 끝낼 때 누른다.

19. END TREATMENT

RETURN BLOOD: 누르는 동안 환자에게 혈액이 되돌려진다.

DISCONNECT: 환자에게 혈액을 되돌려 주지 않고 SET 분리.

* RETURN BLOOD를 하지 않으면 환자의 Hb이 감소할 수 있으나 BLOOD LINE이나 Filter에 응고물질 있으면 RETURN

BLOOD하지 않는다!!!

20. DISCONNECT PATIENT

모든 LINE clamp 후 분리한다.

Pressure pod도 분리.

Unload 누른다.

21. TREATMENT COMPLETE

모든 BAG에서 LINE분리한다.

CRRT order: 모두 pm 처방입니다

FHMB(헤모졸 비제로액: dialysate)

FNSB

IKCL

IHPR

24PL

21BF: aPTT

21. Peritoneal dialysis(Handbook of dialysis p 323-507)

21.1. Principle of PD

1. Water 이동: dialysate의 glucose에 의한 osmotic pr.에 의해 복막강으로 이동
2. solute 이동: dialysate와 복막 내 혈관 내의 solute 농도 차에 의해(diffusion)
ultrafiltration 할 때 함께 solute 이동(convection)

21.2. 구성

1. PD fluid(dialysate): glucose 농도에 따라 A(1.5%), B(2.5%), C(4.25%), extraneal(7.5%, icodextrin, FCPXB), 박스터(physioneal) FPS1, FPS2, FPS4, FCPXB, 보령(periplus) FPERPA, FPERPB, FPERPC, FMC FBALA, FBALB, FBALC

→ glucose 농도가 클수록 osmotic pr.차이가 크게 나므로, ultrafiltration 커진다.

icodextrin은 starch-derived, water-soluble glucose polymer로 dextrose보다 천천히 흡수되어 UF를 크게 할 수 있다.(박스터에만 있다)

2. Y set

3. PD catheter: 영상의학과에서 복강 내 insertion catheter에는 deep cuff와 supf.cuff 두 개가 있어 deep cuff는 abdominal wall에서 복강으로 통하는 경계 부위에 있고, supf.cuff는 catheter가 밖으로 나오기 직전에 있어 leakage나 peritonitis를 방지

Table 19-1. Handbook of dialysis p340

Table 19-1. Commonly available peritoneal dialysis solutions

	Manufact urer	pH	Osmotic Agent	Na mM	Ca mM	Mg mM	Lactate mM	Bicarb mM	Pouches
Dianeal PD1	Baxter	5.5	Glucose	132	1.75	0.75	35	0	1
Dianeal PD4	Baxter	5.5	Glucose	132	1.25	0.25	40	0	1
Stay-safe 2/4/3	FMC	5.5	Glucose	134	1.75	0.5	35	0	1
Stay-safe 17/19/18	FMC	5.5	Glucose	134	1.25	0.5	35	0	1
Gambrosol Trio 10	Gambro	6.3	Glucose	132	1.75	0.25	40	0	3
Gambrosol Trio 40	Gambro	6.3	Glucose	132	1.35	0.25	40	0	3
Nutrineal	Baxter	6.5	Amino acids	132	1.25	0.25	40	0	1
Extraneal	Baxter	5.5	Icodextrin	132	1.75	0.25	40	0	1
Physioneal	Baxter	7.4	Glucose	132	1.75	0.25	10	25	2
Balance	FMC	7.4	Glucose	134	1.25	0.5	34	2	2
bicaVera	FMC	7.4	Glucose	134	1.75	0.5	0	34	2
bicaNova	FMC	7.4	Glucose	134	1.25	0.5	0	39	2

These may differ slightly in name and in formulation from region to region.
 Note that all glucose-based solutions are available in three strengths (1.36, 2.27, and 3.86 g/dL equivalent to 1.5, 2.5, and 4.25 mg of dextrose/dL). However, some solutions in fact contain glucose 1.5, 2.5, 4.0, and 4.25 mg/dL.
 To convert calcium from mM to mg/dL, multiply by 4,
 To convert magnesium from mM to mg/dL multiply by 2.43,
 FMC, Fresenius Medical Care.

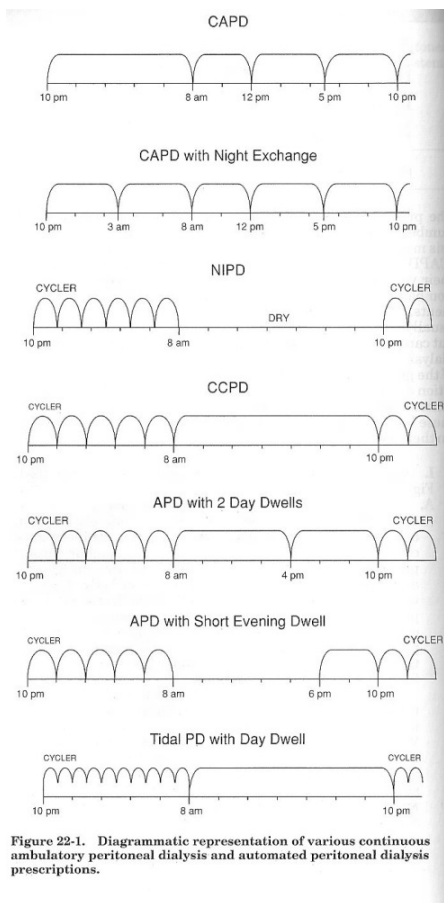


Figure 22-1. Diagrammatic representation of various continuous ambulatory peritoneal dialysis and automated peritoneal dialysis prescriptions.

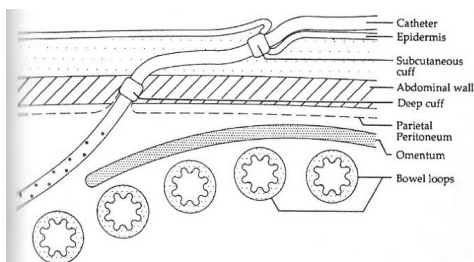


Figure 20-1. Schematic drawing of a straight Tenckhoff peritoneal catheter showing its proper relationship to adjacent tissues.

21.3. procedure(신장내과 홈페이지→ 자주하는 질문→ 복막투석 참고)

1. 배액
2. infusion
 - 1~2 L의 dialysate를 10~20분 동안 복강 내에 주입한다.
3. dwelling for 6 hours
4. 반복

21.4. PD initiation

1. PD가 결정되면, 교수님께 회사 제품 여쭙보고 영상의학과
에 consult 의뢰한다(보통 당일 해주신다).
2. PD insertion 하고 돌아오면, A type dialysate mixed by
Heparin(1L 당 1000 U) 500 ml로 3번 irrigation(irrigation 안
하기도 한다 → 요즘에는 안 한다)
3. 당일 저녁 9시부터 A type 100 ml만 dwelling 하고, 다음날
아침에 배액하는 것을 반복(100 ml qd for 7days)
4. leakage 없으면, 500 ml qd for 3~5days
5. leakage 없으면, 500 ml qid for 3~5days
6. leakage 없으면, 1000 ml qid → 1500 ml qid → 2000 ml qid

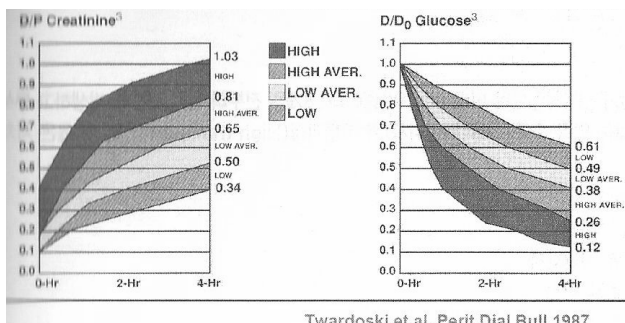
→ dwelling 하는 양과 날짜는 교수님께 confirm, 보통 500 ml qd 할 때 퇴원, 외래에서 증량.

fibrin 보이면 heparin mix.

21.5. PET(peritoneal equilibrium test)

2.5% dialysate를 사용하여 4시간 이후 복강액의 Cr(DCr), glucose(D glucose)를 측정하고, 시작 시의 복강액의 glucose 농도(D0 glucose), 4시간 이후의 plasma Cr(PCr)와 비교하여 복막의 투과도를 객관적 지표로 나타냄.

1. high transporter: $D/P \text{ Cr} > 0.81$, $D/D_0 \text{ glu} < 0.26$
2. high average: $D/P \text{ Cr} = 0.65 \sim 0.8$, $D/D_0 \text{ glu} = 0.27 \sim 0.38$
3. low average: $D/P \text{ Cr} = 0.5 \sim 0.64$, $D/D_0 \text{ glu} = 0.38 \sim 0.49$
4. low transporter: $D/P \text{ Cr} < 0.5$, $D/D_0 \text{ glu} > 0.5$



high transporter는 복막의 투과도가 너무 좋아 복막액의 glucose가 빨리 복막내로 이동하여 UF가 적게 일어난다.

→ Tx: 1. dwelling time을 줄인다(6 hours → 4 or 3 hours).: 대부분 초기에만 UF 발생.

2. frequency를 늘린다.

3. icodextrin으로 바꾼다.(흡수 잘 안 된다)

4. APD로 전환(NIPD, DAPD)

5. HD로 전환

21.6. fluid overload in PD patients(Handbook of dialysis p411)

1. inappropriate bag(type) selection: A type에서 B type, C type으로 전환한다.

2. inappropriate prescription for membrane transporter status
high transporter: 위의 설명 참고

3. noncompliance with PD prescription and salt/water restriction: 환자 교육

4. loss of residual renal function

5. poor blood glucose control

6. catheter malfunction(malposition, kinking, adhesion, omental wrapping, thrombus)

7. abdominal leak(abdominal wall/pericatheter leak, hydrocele, hernia, hydrothorax)

8. peritoneal membrane dysfunction(encapsulating peritoneal sclerosis)

21.7. insulin Tx mix to dialysate(Handbook of dialysis p 493-494)

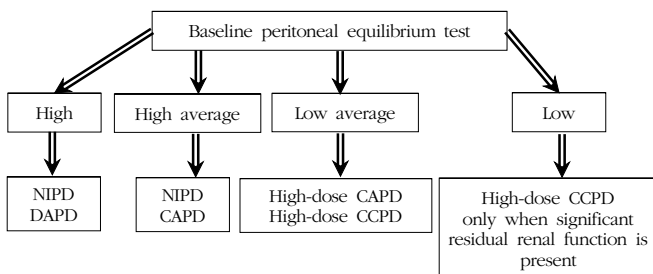


Table 30–2. Toronto western hospital protocol for intraperitoneal insulin administration in CAPD patients

Goals of therapy: Fasting blood glucose <140 mg/dL (7.8 mmol/L) 1-hour postprandial: <200 mg/dL (11 mmol/L)
1. Hospitalize patient.
2. The protocol is based on use of four 2-L exchanges per day (adapt if necessary).
3. First three exchanges are performed 20 minutes before each of the major meals, and the fourth exchange at approximately 11 p.m., A snack, consisting of a sandwich and small glucose-containing soft drink, is given at that time.
4. Target total caloric intake (diet+ dialysate) is 35 kcal/kg per day. Target oral caloric intake is 25–30 kcal/kg per day, depending on the expected amount of glucose absorption from dialysis solution.
5. Measure blood glucose four times a day: Fasting in the morning, 1 hour after breakfast, 1 hour after lunch, and 1 hour after supper.
Day 1: To each 2-L dialysis solution container, add the following amounts of regular insulin:
a. One fourth of the total number of insulin units (all types of insulin) ordinarily given subcutaneously daily prior to starting peritoneal dialysis. (However, all units added to the bag are regular insulin). This amount of insulin is designed to help metabolize the dietary carbohydrate intake.
b. To each bag, in addition to the insulin dose in a, add an insulin supplement to help metabolize the glucose present in the dialysis solution. This supplemental regular insulin dose is as follows:
To each 2-L 1.5% dextrose bag: 2 units
To each 2-L 2.5% dextrose bag: 4 units
To each 2-L 4.25% dextrose bag: 6 units

EXAMPLE

Patient previously receiving 20 units of NPH insulin plus 10 units of regular insulin in the morning and 10 units of NPH insulin in the evening:

Total daily SC insulin dose is 40 units

If CAPD schedule is to use three 2-L 1.5% exchanges during the day and one 2-L 4.25% exchange at night, then:

To each 2-L 1.5% container add $10 \div 2 = 12$ units regular insulin

To the 2-L 4.25% container add $10 \div 6 = 16$ units regular insulin

Day 2: Adjust amount of insulin added to the dialysis solution containers according to serum glucose levels obtained the previous day, the fasting blood sugar will reflect the insulin dose added to the solution infused at 11 P.M. The postprandial serum glucose concentrations will reflect the insulin added to the solutions administered 20 minutes prior to the respective meals. The adjustment is made according to the table below, using columns 1 versus 3 to adjust the nocturnal exchange and columns 2 versus 3 to adjust each of the daytime exchanges.

Table 30-2. Continued.

EXAMPLE

On day 1, the serum glucose values were:

1 hour after breakfast	220 mg/dL	12 mmol/L
1 hour after lunch	350 mg/dL	19.4 mmol/L
1 hour after supper	300 mg/dL	16.7 mmol/L
Fasting (day 2)	160 mg/dL	8.9 mmol/L

One could now add an extra 2 units to the first daytime exchange and an extra 4 units to each of the second and third daytime exchanges, and leave the insulin dose for the nocturnal exchange the same.

	1-hour Post-		1-hour Post-	
Fasting Serum Glucose Level (mg/dL)	Prandial Serum Glucose Level (mg/dL)	Fasting Serum Glucose Level (mmol/L)	Prandial Serum Glucose Level (mmol/L)	Amount of Insulin Change (units/2-L bag)
<40	<40	<2.2	<2.2	-6
<40	40~80	<2.2	2.2~4.4	-4
40~80	80~120	2.2~4.4	4.4~6.7	-2
80~180	120~180	4.4~10	6.7~10	No change
180~240	180~240	10~13.3	10~13.3	+2 ^a
240~400	240~300	13.3~22	13.3~16.7	+4 ^a
>400	>300	>22	>16.7	Variable

CAPD, continuous ambulatory peritoneal dialysis; SC, subcutaneous.

^aIn type 1 diabetics, substantially less additional insulin may be required. Modified from Amair P, et al. Continuous ambulatory peritoneal dialysis in diabetics with end-stage renal disease. *N Engl J Med* 1982;306:625.

dialysate의 glucose가 복막으로 흡수되어 DM 환자에서는 혈중 glucose 농도가 올라갈 수 있다. 따라서 1.5%/ 2.5%/ 4.25% dialysate 2 L당 RI 각각 8~10 U/10~14 U/14~20 U mix 하기도 한다.

21.8. mechanical complication of PD

1. leakage

▶ pericatheter leakage(m/c): PD 시작 직후 잘 발생

PD stop → 100ml qd만 시행

residual renal function 없으면 temporary HD 시행

- ▶ hydrocele or inguinal hernia: CT peritoneography로 진단
hydrocele 시 PD stop → 100ml qd만 시행
inguinal hernia시 OP 시행(OP 후 다시 PD시행할 수 있다)
- ▶ hydrothorax(peritoneopleural leakage): peritoneal scintigraphy로 진단
HD 전환
PD를 지속해야 하면 PD stop → pleurodesis 시행 후 → PD 재시작

2. catheter malfunction

malposition, kinking, thrombus, adhesion, omental wrapping
→ 일단 KUB(catheter 위치 확인), enema 시행 후 다시 평가
→ ▶ outflow만 잘 안 됨(시간이 오래 걸리거나, 양이 적다).

: malposition, adhesion, omental wrapping

- ▷ inflow/outflow 둘 다 안 됨

: kinking, thrombus, adhesion, omental wrapping

- ▶ malposition, kinking(catheter의 꺾임: 영상의학과에서 interposition 시행)

- ▶ thrombus: heparin or UF 사용

1. heparin 5000 IU + NS 100 ml mix해서 50 CC syringe or enema syringe를 이용해서 충분히 수회 irrigation한 후 drainage하여 평가해본다.

2. heparin irrigation 시 effect 없을 경우 UK locking 시도해본다. UK 5000 IU+ NS 40 ml mix해서 1~2시간 locking한 후 drainage하여 평가해본다.

- ▶ adhesion, omental wrapping(omentum이 catheter를 둘러쌈)
: laparoscopic adhesiolysis 필요

Table 20–2. Protocols for streptokinase, urokinase, of tissue plasminogen activator infusion for treatment of peritoneal catheter outflow obstruction

A. Streptokinase

1. *Testing for streptokinase allergy.* Because of the slight risk of an anaphylactic reaction, a scratch test, followed by an intradermal test, should be performed prior to intraperitoneal (IP) infusion. A 100 IU/mL solution is prepared. After the skin has been scratched with a 25-gauge needle, a drop of solution is placed over the scratch. If no wheal and flare appear within 15 minutes, then 0.1 mL of the same solution is injected intradermally. If no wheal and flare appear, then immunoglobulin E (IgE)-mediated allergy to streptokinase is unlikely. (From Dykewicz et al., 1986).
2. *Infusion protocol.* Streptokinase is available as a lyophilized powder in both 250,000- and 750,000-IU vials. We reconstitute 750,000 IU (with sterile saline), dilute it to 30–100 mL in 0.9% saline, inject the total volume into the peritoneal catheter, clamp the catheter, wait 2 hours, and assess drainage. If drainage is still poor, repeat the protocol once.

B. Urokinase

Urokinase is available as a lyophilized powder in vials containing 250,000 IU (reconstitute using sterile water) and also in liquid form as vials of 5,000 IU/mL. Both 75,000 IU diluted to 40 mL in 0.9% saline and 5,000 IU diluted to 40 mL in 0.9% saline, injected into the peritoneal catheter as described above for streptokinase, have been used successfully. As in the case of streptokinase, the treatment can be repeated if initially unsuccessful, using a larger dose of urokinase if desired.

C. Tissue plasminogen activator

Introduction into the catheter lumen of a concentration of 1 mg/mL for a period of 1 or more hours has been effective (according to Sahani MM, et al. Tissue plasminogen activator can effectively de clot peritoneal dialysis catheters [Letter]. *Am J Kidney Dis* 2000;36:675). Administration of 10 mL saline with tissue plasminogen activator at a concentration of 0.1 mg/mL is also effective.

21.9. CAPD peritonitis

■ etiology

▷ culture positive(80~90%) Staphylococcus epidermidis>S. aureus

■ Dx

다음 사항 중 2가지 이상(+)

- 1) symptom and sign of peritoneal inflammation
- 2) cloudy fluid with WBC>100, neutrophil>50%
- 3) Gram stain or culture(+)

■ chemistry of peritoneal fluid

- ▷ elevated neutrophil without peritonitis(정상 WBC<50, neutrophil <10)
infectious diarrhea, active colitis, PID, menstruating, ovulation
- ▷ monocytosis(보통 eosinophilia 동반) → Tuberculosis
- ▷ eosinophilia → fungal, parasitic infection

■ Treatment

- ▷ First

cefazolin or Vancomycin(G(+)) coverage)

+ ceftazidime(G(-)) coverage, cephalosporin allergy 시 aztreonam)

- ▷ aminoglycosides

- ▶ short duration(3days) 시나 no residual function 시 사용가능
- ▶ septic condition 시 single iv loading dose사용
gentamicin, tobramycin 1.5 mg/kg or amikacin 5 mg/kg iv

- ▷ Gram positive

- ▶ first → cefazolin
- ▶ second → Vancomycin(cepha. allergy나 MRSA 시)
- ▶ alternative to cefazolin → nafcillin or clindamycin

- ▷ Gram negative

- ▶ ceftazidime

- ▷ 투여 경로

일반적으로 IP로 하나 IV(if the patient appears septic)로 신속

히 줄 수도 있다. 혹은 IP + IV

▷ change of permeability

glucose, protein, water에 대한 permeability 증가

→ ultrafiltration 감소, protein loss 증가

→ high glucose dialysate 사용, short duration

Table 6. Intraperitoneal Antibiotic Dosing Recommendations for CAPD Patients. Dosing of Drugs with Renal Clearance in Patients with Residual Renal Function(defined as >100 mL/day urine output): Dose Should Be Empirically Increased by 25%

	Intermittent (per exchange, once daily)	Continuous (mg/L, all exchanges)
Aminoglycosides		
Amikacin	2 mg/kg	LD 25, MD 12
Gentamicin	0.6 mg/kg	LD 8, MD 4
Netilmicin	0.6 mg/kg	LD 8, MD 4
Tobramycin	0.6 mg/kg	LD 8, MD 4
Cephalosporins		
Cefazolin	15 mg/kg	LD 500, MD 125
Cefepime	1 g	LD 500, MD 125
Cephalothin	15 mg/kg	LD 500, MD 125
Cephadrine	15 mg/kg	LD 500, MD 125
Ceftazidime	1000~1500 mg	LD 500, MD 125
Ceftizoxime	1000 mg	LD 250, MD 125
Penicillins		
Azlocillin	ND	LD 500, MD 250
Ampicillin	ND	MD 125
Oxacillin	ND	MD 125
Nafcillin	ND	MD 125
Amoxicillin	ND	LD 250-500, MD 50
Penicillin G	ND	LD 50000 units, MD 25000 units
Quinolones		
Ciprofloxacin	ND	LD 50, MD 25
Others		
Vancomycin	15~30 mg/kg every 5~7 days	LD 1000, MD 25
	ND	
Aztreonam		LD 1000, MD 250
Antifungals		
Amphotericin	NA	1.5
Combinations		
Ampicillin/sulbactam	2 g every 12 hours	
	1 g b.i.d.	LD 1000, MD 100
Imipenem/cilistatin	25 mg/L in alternate bags ^a	LD 500, MD 200
Quinupristin/dalfopristin		

ND=no data; b.i.d.=two times per day; NA=not applicable; LD=loading dose, in mg; MD=maintenance dose, in mg.

^aGiven in conjunction with 500 mg intravenous twice daily.

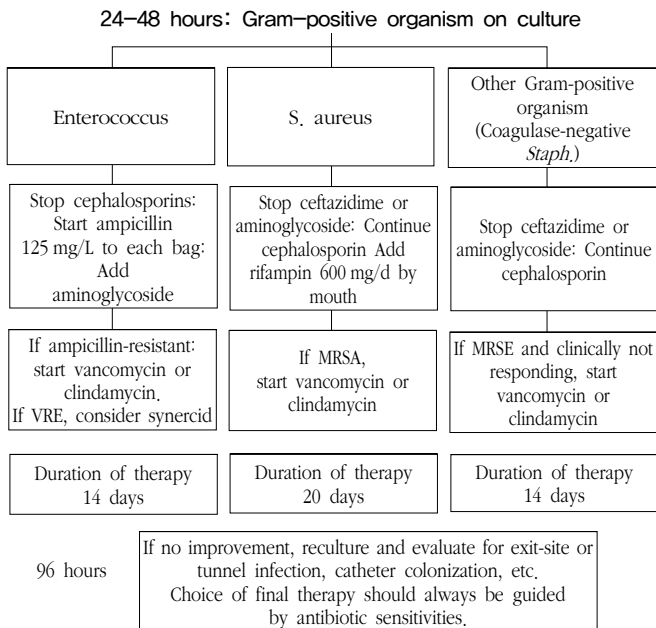
▣ Protocol

- ▷ 우선 투석액을 2~3번 정도 신속히 교환하여 복통 완화
- ▷ Heparin: Add heparin 1000 iu/L Until Sx and sign of peritonitis resolve
- ▷ loading dose: 2L of 1.5% dextrose dialysis solution
ceftazidime 250 mg/L(500 mg/L) → 1000 mg/2 L
cefazoline 500 mg/L → 1000 mg/2 L
heparin 1,000 iu/L
if > septic condition일 경우(다음 중 하나)
 - ▶ ceftazidime 1,000 mg iv, cefazoline 1,000 mg iv
 - ▶ IV + IP
 - ▶ aminoglycoside 추가
 - ▶ aminoglycoside iv single dose loading
- ▷ maintenance dose
ceftazidime 125 mg/L, cefazoline 125 mg/L,
heparin 1,000 iu/L at each dialysis solution bag
- ▷ clinical improvement
12~48 hr 내 clinical improvement 보임
- ▷ 24~48 hr culture 결과에 따라 antibiotics 교체

Table 5. Differential Diagnosis of Cloudy Effluent

Culture-positive infectious peritonitis
Infectious peritonitis with sterile cultures
Chemical peritonitis
Eosinophilia of the effluent
Hemoperitoneum
Malignancy (rare)
Chylous effluent (rare)
Specimen taken from "dry" abdomen

▷ Identification of Gram-Positive Organism on Culture



- ▶ many *S. epidermidis*-like organism resistant to ceftazolin
→ pelvic cavity 내에서는 sensitive 경우 많으므로 임상양상 좋아지면 그대로 쓴다.
- ▶ Streptococcus or *S. epidermidis*
single ceftazolin for 14 days(5일간 iv 후 PO로 대체가능)
vancomycin or clindamycin → MRSA or clinically not responding
- ▶ *S. aureus*
ceftazolin IP + rifampin 600 mg/day PO
vancomycin or clindamycin → MRSA 시

duration: 21 days

► Enterococcus

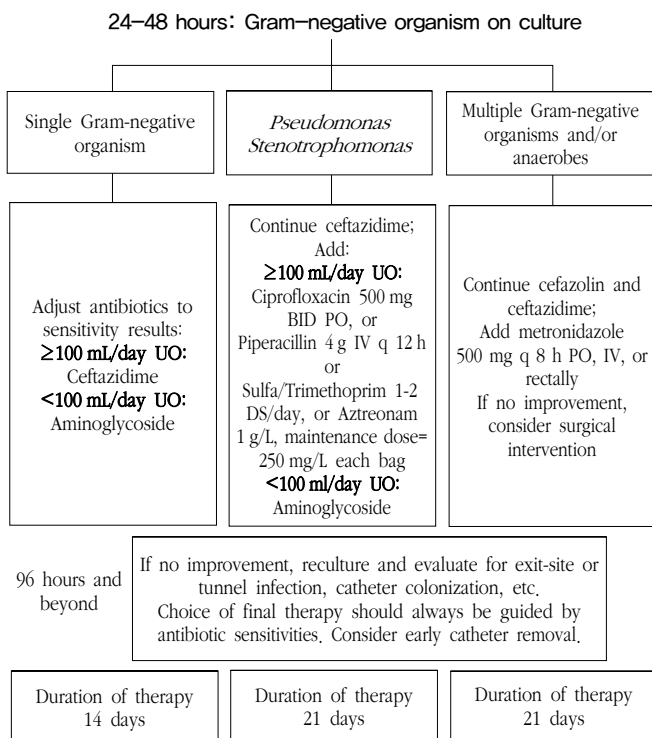
ampicillin 125 mg/L + aminoglycoside

vancomycin or clindamycin → ampicillin resistant

Linezolid or Synergid → VRE ㄱ]

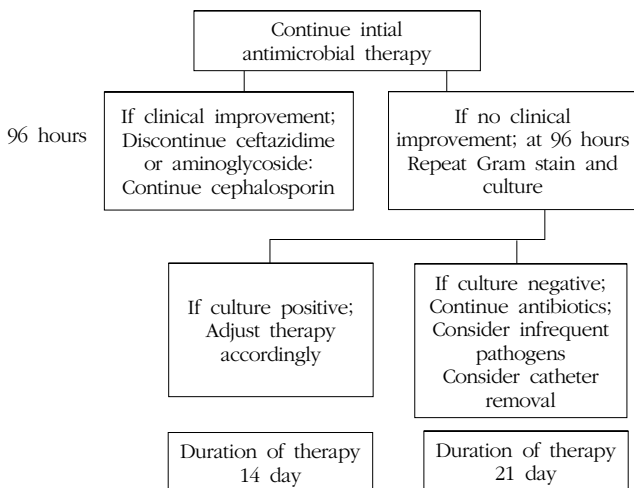
duration: 14 days

► Gram-Negative Organism on Culture at 24 to 48 hours



- ▶ single, non-Pseudomonas species
single ceftazidime(>100 ml urine) or
single AG(<100 ml urine) or for 14 days
other sensitive antibiotics
- ▶ Pseudomonas/Stenotrophomonas
Ceftazidime +
AG(<100 ml urine) or
ciprofloxacin 500 mg PO bid(>100 ml urine) or for 21 days
piperacillin 4 g iv q 12 hours or
aztreonam load 1 g/L: maintenance 250 mg/L IP
- ▶ multiple G(-) or anaerobes
Cefazolin + ceftazidime + metronidazole 500 mg q 8 hr PO/
IV/rectally for 21 days
→ no improvement 시 surgical remove 고려
- ▶ Pseudomonas cepacia
→ via contaminated povidone-iodine solutions
- ▶ Campylobacter species
→ AG IP + EM PO
- ▶ catheter 제거 시 antipseudomonal agent for 2 wk iv or po
더 사용
- ▶ polymicrobial peritonitis
 - ▶ multiple G(+) → good response to antibiotics(60%)
 - ▶ presence of G(-) or anaerobes
→ perforated viscus, intraabdominal abscess 의심
→ poor Px.
 - ▶ secondary peritonitis
IP aminoglycoside + IP vancomycin + PO metronidazole

24–48 hours: Culture negative



▷ Tb peritonitis

INH+RFP+PZA+ofloxacin

cf) EMB, SM은 dialysis pt에서는 사용하지 않는다.

▷ fungal peritonitis

▶ catheter removal

→ HD+anti-fungal agent(catheter 제거 후 적어도 10일 이상 치료)

→ reinsertion of PD(catheter 제거 4~6주 후, Sx&sign 완전히 소실된 최소 1주 후)

▶ antifungal agent

- ① PO dosage with normal renal function(flucytosine은 감량)
- ② IP보다 penetration은 좋지 못하다(flucytosine은 good)
- ③ voriconazole alternative to amphotericin B in Candida

■ removal of catheter

1. 5일 정도의 antibiotics 치료 후에도 clinical improvement 없으면 고려(refractory peritonitis)
 2. relapsing peritonitis 시 고려
 3. refractory exit-site and tunnel infection
 4. fungal peritonitis(반드시 제거)
 5. Pseudomonas peritonitis + catheter infection
 6. 다음 상황 시 Tx 반응 안 할 시 catheter 제거 고려
Mycobacterial peritonitis, multiple enteric organism
- ▷ superinfection에 의한 mortality 증가, damage of peritoneal memb. 억제 위해 조기 제거 고려
 - ▷ reinsertion → 2~3주 interval 두고 한다.(but relapsing 일시, clear PD fluid 보이면 removal & reinsertion 동시에도 가능)

■ Terminology

1. recurrent: 치료 완료 4주 이내 다른 균에 의한 peritonitis
2. relapsing: 치료 완료 4주 이내 같은 균에 의한 peritonitis
3. repeat: 치료 완료 4주 이후에 같은 균에 의한 peritonitis
4. refractory: 적절한 항생제로 5일 이상 치료 했는데도 불구하고 효과 없을 때(abdominal pain 지속, cloudy dialysate 지속).

■ relapsing peritonitis

- ▷ same organism within 4 wks of stopping antimicrobial Tx.
- ▷ relapsing G(-) 특히 Pseudomonas 시 catheter removal 심각하게 고려
- ▷ 심하지 않은 infection 시 특히, S.epidermidis 시 제거와 동시에 다시 reinsertion(되도록 먼 위치에) 할 수 있다.
- ▷ relapsing peritonitis나 exit site infection의 prophylactic antibiotics는 효과 없다

■ beneficial prophylactic antibiotics

1. before catheter replacement(cefazolin or vancomycin)
2. after a technique break(contamination)(vancomycin)
3. to prevent bacteremia during invasive proccessure denal procsure(amoxillin 2.0 g, 2시간 전), colonoscopic polypectomy(ampicillin 1 g + AG±metronidazole)
4. KTP, endometrial biopsy, colonoscopy 시 시행 전 모든 PD fluid 배액한다.

21.10. exit site or tunnel infetion

1. 사진: discharge 유무 관찰
2. 촉진: 만져지는 fluid collection 있는지 관찰
3. abdominal sono: 복벽 병변(fluid collection 등) 잘 관찰해 달라고 remark

Table 4. Oral Antibiotics Used in Exit-Site and Tunnel Infections

Amoxicillin	250~500 mg b.i.d.
Cephalexin	500 mg b.i.d.
Ciprofloxacin	250~500 mg b.i.d.
Clarithromycin	250~500 mg b.i.d.
Dicloxacillin	250~500 mg b.i.d.
Fluconazole	200 mg q.d.
Flucloxacillin	500 mg b.i.d.
Flucytosine	2 g load, then 1 g p.o.,q.d.
Isoniazid	300 mg q.d.
Linezolid	600 mg b.i.d.
Metronidazole	400 mg b.i.d. for<50 kg 400~500 t.i.d. for<50 kg
Ofloxacin	400 mg first day, then 200 mg q.d.
Pyrazinamide	35 mg/kg q.d. (given as b.i.d. or once daily)
Rifampin	450 mg q.d. for<50 kg 600 mg q.d. for>50 kg
Trimethoprim/sulfamethoxazole	80/400 mg q.d.

b.i.d.=two times per day;q.d.=everyday;p.o.=orally;t.i.d.= three times per day.

21.11. CAPD initiation order(FPERPA는 회사에 따라서 변경)

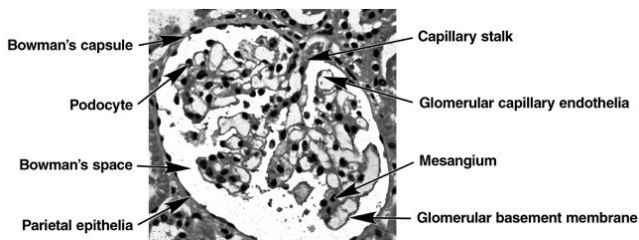
S/O	금일 PD insertion 있습니다.(회사O		
S/O	금일 CAPD insertion후500ml 3회 ir		
S/O	CAPD 100ml qd D1(월 일~)		
S/O	금일 저녁 9시 100ml retention 시지		
FPERPA	1PG/2LT Periplus 1.5%	(1회)IV QD	1 PG

21.12. CAPD peritonitis order

S/O	exit site dressing qd		
S/O	A-C-A-C 입니다		
S/O	both arm IM,IV 금지		
S/O	Check Body weight daily		
S/O	FPERPA로 500CC로 3회IRRIGATION		
S/O	Irrigation후 첫 복막액에 항생제 1		
S/O	loading후 다음 복막액부터 항생제 1		
FPERPA	1PG/2LT Periplus 1.5%	(1회)IV QD	1 PG
IHPR	1AP/ Heparin 5,000IU/1ml/((1회)복강내 주사	1 AP
FPERPA	1PG/2LT Periplus 1.5%	(1회)IV QD	1 PG
ACAZ	1VL/1GM Ceftazidime 1g/Vial	(1회)복강내 주사	0.5 GM
ACPM	1VL/500MG Cefamezin 500mg/Vial	(1회)복강내 주사	1000 MG
IHPR	1AP/ Heparin 5,000IU/1ml/((1회)복강내 주사	1 AP
ACAZ	1VL/1GM Ceftazidime 1g/Vial	(1회)복강내 주사	250 MG
ACPM	1VL/500MG Cefamezin 500mg/Vial	(1회)복강내 주사	250 MG
IHPR	1AP/ Heparin 5,000IU/1ml/((1회)복강내 주사	1 AP
FPERPA	1PG/2LT Periplus 1.5%	(1회)IV QD	1 PG
FPERPC	1PG/2LT Periplus 4.25%	(1회)IV QD	1 PG

30JA	Gram stain	Peritoneal fluid
30JP	Direct smear	Peritoneal fluid
30MB	Body fluid (Aerobic)	Peritoneal fluid
30JN	Fungus culture	Peritoneal fluid
29ID	AFB fluorescent stain	Peritoneal fluid
29IC	Tb culture	Peritoneal fluid
26FA	Cell Count/Diff	Peritoneal fluid
26FB	Prot,glc,Cl	Peritoneal fluid
30MO	Other (Aerobic)	Wound
30JA	Gram stain	Wound
30JP	Direct smear	Wound
G2102	CHEST	PA,Lt LAT
G2502	K.U.B	SUPINE,ERECT(진료
30MB2	Blood (Aero. & anaerobic)	Blood culture
30MB2	Blood (Aero. & anaerobic)	Blood culture
30MG	Gastrointestinal (Aerobic)	Stool
22BB	Urine microscopy	Urine, random
22BC	Urinalysis	Urine, random
30MU	Urogenital (Aerobic)	Urine, random
81TB11	ABDOMEN OTHERS(복부 초음파)	

22. Glomerular disease



22.1. GN의 분류(신장요로학 p288)

▷ asymptomatic urinary abnormality

1. MsPGN(IgA)
2. thin membrane disease
3. FSGS

▷ nephrotic syndrome

: proteinuria(>3.5 g/day), hypoalbuminemia(<3.0 g/dL), pph, edema,

hypercholesterolemia(>200 mg/dL)

cf) proteinuria → oncotic pr. 감소 → liver에서의 lipoprotein 생산 증가

→ lipoprotein clearance 감소

→ TG catabolism 감소(hyperTG)

1. MCD(소아에서 m/c)
2. FSGS(diffuse footprocess effacement)
3. MGN(성인에서 m/c)(LM상 thick GBM, spike)
4. MPGN(LM상 double tract GBM)
5. Amyloid

6. Cryoglobulinemia
7. Diabetic nephropathy
8. IgA nephropathy

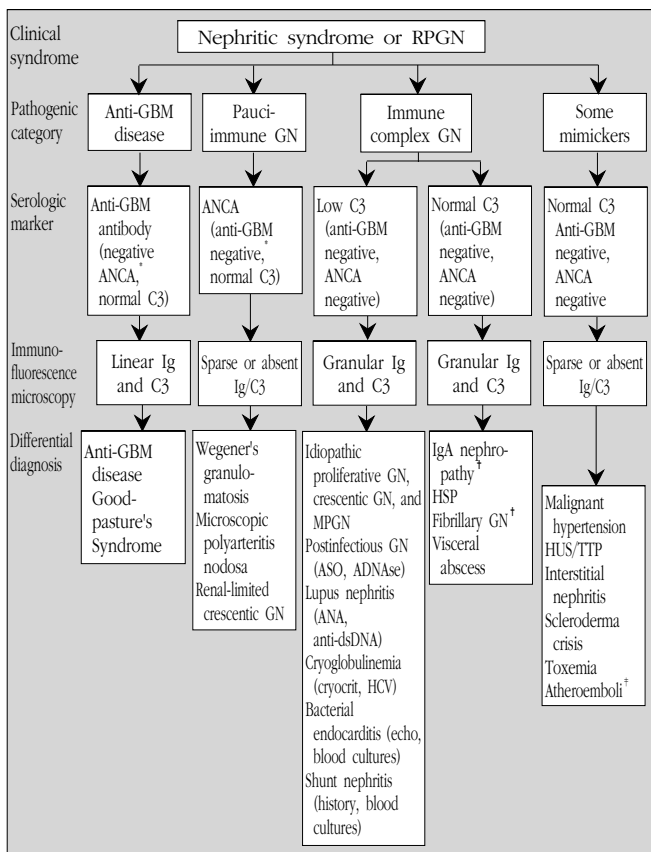


Figure 264-2. Differential diagnosis of nephritic syndrome and rapidly progressive glomerulonephritis. Abbreviations: GN, glomerulonephritis; RPGN, rapidly progressive glomerulonephritis; MPGN, membranoproliferative glomerulonephritis; GBM, glomerular basement membrane; ANCA, antineutrophil cytoplasmic antibodies; Ig, immunoglobulin; C3, third component of complement; ASO, antistreptolysin O antibody titer; ADNase, anti-deoxyribonuclease antibody titer; ANA, antinuclear antibody; anti-dsDNA, anti-double-stranded DNA antibody; HCV, hepatitis C virus; echo, echocardiogram; HSP, Henoch-Schönlein purpura; HUS, hemolytic-uremic syndrome; TTP, thrombotic thrombocytopenic purpura. [†]Approximately 20% of patients with anti-GBM disease have ANCA, which may portend a better prognosis. [‡]Nephritic syndrome and RPGN are unusual presentations of IgA nephropathy and fibrillary GN. Atheroembolic renal disease may cause transient hypocomplementemia.

▷ Acute glomerulonephritis

: 수일, 수주내 Cr 상승, oliguria, edema, HTN, hematuria, proteinuria PSGN, non-streptococcal GN(HBV, HCV...), infective endocarditis, anti-GBM dis. SLE, IgA, MPGN, MsPGN

▷ RPGN(anti-GBM Ab, C3, C-/P-ANCA 시행)

: 수주, 수개월내 급격한 Cr 상승, oliguria, edema, HTN, hematuria, proteinuria + histologic crescent(>50%)

1. anti-GBM disease

emergency plasmapheresis+steroid+cyclophosphamide 시행한다.

daily or alternative plasmapheresis + PDL 1 mg/kg/day + cyclophosphamide 2~3 mg/kg/day or azathioprine 1~2 mg/kg/day

→ anti-GBM Ab(-)일 때까지 시행(보통 1~2주)

dialysis 시행할 정도면 renal function 돌아오기 힘들다.

2. immune complex GN

(lupus, IgA, HSP, Cryoglobulinemia, PSGN, MPGN...)

3. ANCA GN(Wegener, MPA, Churg-Strauss)

Tx: Steroid + cyclophosphamide

→ severe시(dialysis 필요) plasmapheresis 고려

▷ chronic GN

수년에 걸쳐 지속적인 protein, hematuria → 진행성 신기능 소실
일부 ESRD로 진행

22.2. immune complex deposition

1. mesangial deposition

IgA nephropathy, H-S purpura, Lupus type II

2. subendothelial deposition

Lupus type IV, MPGN type I

3. subepithelial deposition

PSGN, MGN

22.3. low complement GN(Cecil 23th, table 122-1)

1. PSGN, subacute bacterial endocarditis, shunt nephritis, visceral abscess
2. Lupus, mixed cryoglobulinemia
3. idiopathic MPGN

22.4. GN evaluation

1. UA 상 proteinuria ± hematuria 시 GN 의심
(둘 다 동반시 강력히 의심)
cf) proteinuria는 DM nephropathy 에서도 나올 수 있음
2. proteinuria: quantification(spot or 24hrs urine)
hematuria: RBC morphology(dysmorphic RBC)
3. viral marker(HBV, HCV, HIV 등)
4. other serology (ANCA, C3/C4, anti-GBM Ab, ANA 등)
5. 성인에서 nephrotic syndrome 으로 입원시 반드시 malignancy evaluation 해야 한다.(tumor marker, GFS/CFS 등)
6. biopsy로 최종 진단(LM, IF, EM)

22.5. GN Tx

1. ACEi, ARB: BP조절 + proteinuria 감소
systemic BP 감소, efferent arteriole의 vasodilation
→ intraglomerular pr. 감소 → proteinuria 감소
→ renal disease progression 억제
cf) 최근 T channel CCB(efonidipine, manidipine, cilinidipine)의 도입으로 dihydropyridine 계열의 CCB(diltiazem)

zem, verapamil) 외에 T-channel CCB도 antiproteinuria effect 있음.

기존 L-channel non-dihydropyridine 계열 CCB(amlodipine, nifedipien 등)은 afferent arteriole에만 작용하여 antiproteinuria effect 없으나, T-channel CCB는 afferent and effent arteriole 모두에 작용

2. corticosteroid

3. immunosuppressant

cyclophosphamide, cyclosporine, azathioprine 등

22.6. Nephrotic syndrome Cx

1. IDA(transferin 부족)

2. hypocalcemia(cholecalceferol 부족)

3. low thyroxin

4. hypercoagulability → MGN, MPGN, amyloidosis

(antithrombin III loss, protein C/S activity 변화, fibrinogen 증가)

5. infection 증가

(IgG loss 증가)

6. hyperlipidemia

(liver에서의 lipoprotein 합성증가)

22.7. Nephrotic syndrome의 Tx

1. ACEi/ARB, NSAIDs, low protein diet(1~2 g/day) → proteinuria Tx

NSAIDs → PG감소 → renin 감소(PG가 renin 증가시키므로)
→ AngII, aldo, 감소 → efferent arteriole constriction억제

→ intraglomerular pr.감소 → proteinuira감소 but GFR, K 증가가능

2. lasix, low salt diet(1~2 g/day) → edema 치료(<1 kg/day loss)
3. HMG coA-reductase → hyperlipidemia
4. Vit D supply
5. anticoagulation → DVT, arterial thrombi, pul.embolism 시

22.8. IgA nephropathy(Harrison p1788-1789)

22.8.1. introduction

1. idiopathic GN의 m/c
2. male>female, 20~30대(peak)
3. microscopic hematuria ± proteinuria or 상기도 감염후 반복되는 gross hematuria(거의 동시), nephrotic syndrome(5%)
cf) PSGN은 상기도 감염 10일, skin inf. 2주후에 hematuria
4. slow progressive
20~25년 후 25~30% ESRD, 5~30% complete remission

22.8.2. diagnosis

renal Bx

IM: mesangial hypercellularity(m/c), mesangial proliferation
diffuse proliferation with crescent formation(severe form)

IF: mesangium에 IgA 침착, IgG, C3도 침착

EM: mesangial IC deposition

22.8.3. Tx. (아직 확립된 치료는 없다) (Uptodate)

ACEi or ARB ± statin → ACEi or ARB ± statin ± steroid
→ ACEi or ARB ± statin ± steroid ± cyclophosphamide

Tx 결정: proteinuria 정도, Cr

Tx response: proteinuria <500~1000 mg/day로 감소 or 60% 감소

Cr 감소

1. strict BP control(ACEi or ARB)
 - proteinuria <1 g/day 시 135/85 이하
 - proteinuria >1 g/day 시 125/75 이하로 유지
 2. hematuria + no or minimal proteinuria(<500 mg/day) + NL GFR
 - no treatment and F/U q 6 or 12 months
 3. persistent proteinuria(>500~1000 mg/day) + NL GFR
 - ACEi or ARB(목표 <500~1000 mg/day)
 4. persistent proteinuria(>500~1000 mg/day) despite ACEi or ARB
 - steroid Tx, + ACEi or ARB(4.1 or 4.2 방법 시행)
 - 4.1. MPD 500-1000mg/day for 3 days
 - PDL 0.5 mg/kg(30~40 mg) q 48hrs for 6 months
 - 이후 tapering 후 중단
 - 4.2. PDL 2 mg/kg(Max, 100~120 mg) q 48hrs for 2 months
 - rapid tapering to 0.5 mg/kg q 48hrs for 4 months
 - 이후 tapering 후 중단
 5. disease progression despite steroid
 - (persistent proteinuria(>500~1000 mg/day) or Cr 상승)
 - steroid + cyclophosphamide + ACEi or ARB
 - 5.1. PDL 1 mg/kg(Max, 60~80 mg/day) for 2~3 months,
 - followed by slow taper to maintenance of 10 mg/day for 1~2 yrs
- +
- cyclophosphamide 1.5mg/kg/day for 3 months
- 이후 Cr 감소, proteinuria 감소하면 다음의 maintenance dose 1~2 yrs 유지

azathioprine 1.5 mg/kg/day or MMF 1000 mg bid → 500 mg bid

→ cyclophosphamide 치료후에도 diz. 진행하면 Bx. 다시 시행하여 irreversible damage 판단(심한 tubulointerstitial damage 등)

6. 처음부터 Cr >1.5 mg/dL이면 5번 치료
steroid + cyclophosphamide + ACEi or ARB

7. nephrotic syndrome with MCD(Bx LM 상)
→ steroid Tx. + ACEi or ARB

8. Crescentic GN
→ iv pulse steroid + cyclophosphamide

9. 이외 fish oil -controversy

22.8.4. prognosis factor

KTP 후 재발 흔하나 10% 미만에서만 graft loss
poor prognosis factor

1. older

2. male

3. no gross hematuria

4. severe or persistent proteinuria

5. Cr 상승

6. HTN

7. renal Bx. 상

severe proliferation

sclerosis / tubulointerstitial damage(fibrosis)

crescent(+)

extension of immune attack into paramesangial subendo-

thial space

arteriolar hyalinosis

22.9. Malignant HTN

▷ pathophysiology

marked HTN → autoregulation 상실 → systmic BR가 glomerulus에 전달 → vascular wall damage / disruption of vascular endothelium → plasma constituents(fibrinoid material) to intravascular wall → narrowing or obstruction of vascular lumen

▷ Sx.& sign

sever HTN(갑작스럽게 상승하는 BP or 조절 안되는 BP)

headache, dizziness, Cr 상승, protein, hematuria

papille edema

→ AKI + high BP + proteinuria/hematuria일 때 반드시 Malig.

HTN R/O위해 신속히 안과에서 papille edema 검사, echo 시행, renal doppler시행

▷ Dx

1. Bx: nephrosclerosis, onion ring

2. brain MRI: reversible post. leukoencephalopathy syndrome

▷ Tx.

1. rapidly lower diastolic pr. to 100 to 105 mmHg within 2 to 6hrs

not exceeding 25% of presentng BP

→ transient worsening of renal funtion 가능

▷ Px.

1. rise in Cr in 50~60%

2. lower survival rate in renal insufficiency pts.

22.10. 기타

▷ HCV 관련 GN

cryoglobulinemic GN, MGN, MPGN type I

▷ HBV: MGN, MPGN

▷ MCD

NSAIDs, rifampin, IFN- α

Hodgkin's disease, HIV

▷ FSGS: reflux nephropathy

▷ Lupus: MGN, MPGN

Table 277–5. Focal Segmental Glomerulosclerosis

Primary focal segmental glomerulosclerosis

Secondary focal segmental glomerulosclerosis

Viruses: HIV/Hepatitis B/Parvovirus

Hypertensive nephropathy

Reflux nephropathy

Cholestero emboli

Drugs: Heroin/analgesics

Oligomeganephronia

Renal dysgenesis

Alport's syndrome

Sickle cell disease

Lymphoma

Radiation nephritis

Familial podocytopathies

NPHS1 mutation/nephrin

NPHS2 mutation/podocin

TRPC6 mutation/cation channel

ACTN4 mutation/Actinin

α -Galactosidase A deficiency/Fabry's disease

N-acetylneuraminic acid hydrolase deficiency/nephrosialidosis

Table 277–4. Membranoproliferative Glomerulonephritis

Type I Disease(Most Common)
Idiopathic
Subacute bacterial endocarditis
Systemic lupus erythematosus
Hepatitis C \pm cryoglobulinemia
Mixed cryoglobulinemia
Hepatitis B
Cancer: Lung, breast, and ovary(germinal)
Type II Disease(Dense Deposit Disease)
Idiopathic
C ₃ nephritic factor-associated
Partial lipodystrophy
Type III Disease
Idiopathic
Complement receptor deficiency

Table 277–6. Membranous Glomerulonephritis

Primary/idiopathic membranous glomerulonephritis
Secondary membranous glomerulonephritis
Infection: Hepatitis B and C, syphilis, malaria, schistosomiasis, leprosy, filariasis
Cancer: Breast, colon, lung, stomach, kidney, esophagus, neuroblastoma
Drugs: gold, mercury, penicillamine, nonsteroidal anti-inflammatory agents, probenecid
Autoimmune diseases: systemic lupus erythematosus, rheumatoid arthritis, primary biliary cirrhosis, dermatitis herpetiformis, bullous pemphigoid, myasthenia gravis, Sjögren's syndrome, Hashimoto's thyroiditis
Other systemic diseases: Fanconi's syndrome, sickle cell anemia, diabetes, Crohn's disease, sarcoidosis, Guillain-Barré syndrome, Weber-Christian disease, angiofollicular lymph node hyperplasia

22.11. Lupus nephritis

▷ introduction

1. renal biopsy가 치료 결정하는데 중요
2. Bx.가 정상이거나 class I, II이면 치료 안한다.
3. class IV가 빈도도 가장 많고(50%), 예후도 가장 안 좋다.
4. class V 20%에서 ESRD로 진행(치료해도), inactive state 6개월이상 유지 후 KTP

Table 277–3. Classification for Lupus Nephritis

Class I	Minimal mesangial	Normal histology with mesangial deposits
Class II	Mesangial proliferation	Mesangial hypercellularity with expansion of the mesangial matrix
Class III	Focal nephritis	Focal endocapillary ± extracapillary proliferation with focal subendothelial immune deposits and mild mesangial expansion
Class IV	Diffuse nephritis	Diffuse endocapillary ± extracapillary proliferation with diffuse subendothelial immune deposits and mesangial alterations
Class V	Membranous nephritis	Thickened basement membranes with diffuse subepithelial immune deposits; may occur with Class III or IV lesions and is sometimes called mixed membranous and proliferative nephritis
Class VI	Sclerotic nephritis	Global sclerosis of nearly all glomerular capillaries

Note: Revised in 2004 by the International Society of Nephrology-Renal Pathology Society Study Group.

▷ parameters for monitoring the response to Tx, predicting relapse

urine sedimnt

proteinuria

GFR

ds-DNA Ab

serum complement level

22.12. Hemorrhagic fever with renal syndrome(HFRS)

▷ introduction

25% severe course(특히asian strain), mortality 5%

▷ pathogenesis

hantavirus에 감염된 rodent의 urine,feces,secretion의 contact
혹은 그 속에 있는 aerosolized virus의 inhalation → vascular
endothelium damage(permeability 증가), tubulointerstitial damage
by cytokine and other humoral factors

▷ clinical stages

1. fever stage: fever, myalgia(3~4일)
2. hypotension stage: shock 발생(수시간 - 48hrs)
3. oliguric stage: 3~10일
4. polyuric stage: 10~14일
5. convalescent stage: 몇 주

▷ clinical manifestation

fever, myalgia, septic shock, petechia, ecchymosis, AKI
hematocrit증가, thrombocytopenia, Cr 상승, proteinuria, hematuria
respiratory Sx.(respiratory failure도 가능)

▷ Dx.

serology(IgM(+) or IgG 4배 이상 증가), PCR in biopsy

Korean 4 종에 포함

▷ Tx

conservative Tx,

analgesics (but NSAIDs는 금기), PC transfusion, corticosteroid (thrombocytopenia 시), dialysis

23. Kidney transplantation

23.1. KTP recipient order

S/O	NP, ENT, URO, Dental consult	
S/O	check body weight/height	
S/O	DM 환자는 residual urine check, ur	
S/O	DM시 당뇨합병증검사(ANS, PWV, NCV)시	
S/O	DM 아닌환자는 residual urine만 che	
S/O	check residual urine	
S/O	DRE후 URO consult, TRUS 고려	
S/O	fundoscopy상 Gr III이상일때 안과 c	
S/O	40세이상 여성, PAP smear, mammograp	
24PQ	입원 A	
24PK	전해질 A	
24DG2	Glucose PP2	
24D9	Mg	
24DP	TIBC	
24DQ	Serum Iron	
21AA	Routine CBC	
21AD	Differential count	
21AM	PT	
21BF	a PTT	
21AG	Reticulocyte count	
22BC	Urinalysis	Urine, random
22BB	Urine microscopy	Urine, random
25ED	RPR (VDRL) 정성	
25AD	Anti-HIV Ab	
25HC	Anti-HCV Ab	
25HBV3	HBV 3종	
30MU	Urogenital (Aerobic)	Urine, random
30MO	Other (Aerobic)	Others
24D3	pH, PCO2, PO2	
82UQ	Ferritin (S)	
51LA	E.C.G	
G2102	CHEST	PA, Lt LAT
G1203	PNS	SERIES
G2502	K.U.B	SUPINE, ERECT
ST830	PANNEL REACTION AB(PRA)	
ST062	EBV(VCA) IGG(IFA)	
ST063	EBV(VCA) IGM(IFA)	

ST132	VZV IGG	Serum
ST133	VZV IGM	
ST091	HSV Type1 PCR	
25SA	Anti-CMV IgM	Serum
25SCMV	Anti-CMV IgG	
25TE	Total PSA	
25TF	Free PSA	
25EA	ABO typing	
25EB	Rh typing	
59DN1	HLA CROSSMATCHING(B세포)	
59DN6	HLA Crossmatching	
83GPS04	HLA A,B,C,DR DNA TYPING	Serum
81BK	동맥경화검사(경동맥, IMT)	
84PWV	비침습적 동맥경화 검사	
84GK	자율신경검사 (5단계 테스트)	
84NCVL	하지 신경전도속도검사	
TF652B	안저촬영(양측)	
88PM	Lung V Plethy	Routine Check
88PR	Dif Capacity	
88PB	Post B Spirome	
88PC	Flow-Vol Curve	
77AMS	위경검사(수면)	
77ARS	대장경검사(수면)	
X248	배뇨성요도방광조영V.C.U.G(방광 BL)	
81TB2	ABDOMEN & PELVIS(복부 초음파)	
81TE3	EXTREMITY VENOUS DOPPLER US(상하지)	Dobutamine
81BD0	DOBUTAMINE ECHO	

23.2. KTP donor evaluation order(male)

24PQ	입원 A	
24PK	전해질 A	
24D9	Mg	
24DP	TIBC	
24DQ	Serum Iron	
82UQ	Ferritin (s)	
24DG2	Glucose PP2	Urine, random
21AA	Routine CBC	
21AD	Differential count	
21AM	PT	
21BF	a PTT	
21AG	Reticulocyte count	
22BC	Urinalysis	
22BB	Urine microscopy	
ST063	EBV(VCA)IGM(IFA)	
ST062	EBV(VCA)IGG(IFA)	
25SA	Anti-CMV IgM	
25SCMV	Anti-CMV IgG	
25ED	RPR (VDRL) 정성	
25AD	Anti-HIV Ab	

25HC	Anti-HCV Ab	
25TE	Total PSA	
25TF	Free PSA	
25EA	ABO typing	
25EB	Rh typing	
30MU	Urogenital (Aerobic)	Urine, random
22B0	Protein	Urine, 24hr
22BQ	Creatinine	Urine, 24hr
22BY	CrCl	Urine, 24hr
22BT	Urea Nitrogen	Urine, 24hr
82UY	HBs-Ag	
82UW	HBs-Ab	
82UX	HBe-Ab (IgG)	
59DN6	HLA Crossmatching	Serum
59DN1	HLA CROSSMATCHING(B세포)	Serum
83GPS04	HLA A,B,C,DR DNA TYPING	
88PM	Lung V Plethy	
88PR	Dif Capacity	
88PB	Post B Spirome	
88PC	Flow-Vol Curve	
51LA	E.C.G	
G2102	CHEST	PA,Lt LAT
G2502	K.U.B	SUPINE,ERECT
X205	경정맥 신우조영 INTRAVENOUS PYELOGRAPHY	
81TB2	ABDOMEN & PELVIS(복부 초음파)	
81TE3	EXTREMITY VENOUS DOPPLER US(상하지)	
CT11A	ABDOMEN ANGIO 3D CT(ANGIO 3D CT)	

23.3. KTP donor evaluation order(female) 추가

X125	MAMMOGRAPHY #6	
S/O	PAP smear	

23.4. Preop. evaluation

- ▷ living donor/recipient는 수술 1~2개월 전 입원하여 2박3일간 모든 evaluation 끝내고 퇴원한다.
- ▷ recipient /donor sheet를 반드시 다 채워서 퇴원전 chief에게 확인
(culture 확인, chest X ray, PNS series 반드시 판독, viral marker 확인)

- ▷ 뇌사자도 dobutamine echo, abdominal sono, VCUG는 꼭 하도록 한다.
- ▷ PRA(Panels reactive Ab)는 screening이 아닌 identification으로 order 낸다.
- ▷ 검사 중 이상소견(특히 GI, Cardio, Pulmo.)은 반드시 해당과 consult 보도록 한다.
- ▷ 치과와 ENT consult 상 발치나 치료 필요하면 치료 완료후 KTP 하도록 날짜 조정
- ▷ 퇴원전 GS, URO와 상의후 KTP 날짜 잡도록 한다.
- ▷ rectal CT angiography: abdominal 3D angioCT(remark에 KTP donor 표시)
- ▷ donor는 abdominal 3D angioCT 후 renal a/v 상태 반드시 확인하여 어느 쪽 kidney 적출할지 결정(Uro.와 상의)
- ▷ Cross-matching(+), FSGS recipient 는 전처치후 KTP 시행
Cross-matching(+): protocol 참고
FSGS recipient: AZA이나 MMF를 쓰지 않고 cyclophosphamide를 쓰고, Plasmapheresis를 한다.

23.5. KTP 당일 order(cadaveric donor 기준): 환자에 따라 변경 가능

V/S	Check BP, RR, BT, PR q4h		
V/S	Check BP, RR, BT, PR q2h(post OP)		
S/O	Check I/O q1h(post OP)		
S/O	check GMT q 6hrs(post OP)		
S/O	Check SaO2 q 1hrs(post OP)		
S/O	Check SaO2 q 8hrs		
S/O	Check body weight & height		
BED	Bed Rest		
S/O	NPO		
S/O	역격리		
S/O	마스크, 격리해주세요(steroid 투여)		
S/O	Hourly UO <100cc면 반드시 notify		
S/O	OP후 I/O 100% 유지(NS/HALF 번갈아)		
S/O	KTP POD0(KTP : 월 일)		
S/O	POD4 월 일 SIMULECT IV 예정입니다		

FNSB	1PG/1000ML	Normal saline 1L	(1회) IV QD	10 PG
FHALF	1BT/1LT	Half saline 4.5g/1,000mL	(1회) IV QD	10 BT
IBSMAB	1YL/20MG	Simulect 20mg	(1회) Fluid에 Mix	20 MG
F5D2	1BT/200ML	5% Dextrose 10g/200mL	(1회) IV QD	1 BT
IMPDI	1YL/500MG	Predisol 500MG	(1회) Fluid에 Mix	500 MG
F5D2	1BT/200ML	5% Dextrose 10g/200mL	(1회) IV QD	1 BT
IPANZ	1YL/40MG	Pantoloc	(1회) IV QD	1 YL
ACPMB	1YL/	Cefamezin 1G	(1회) AST IV QD	1 YL
BTCMB	1CP/1MG	Tacrobell 1mg/Cap	(1회) 의사지시대로	2 MG
BMPMB	1TB/360MG	Myfortic(노바티스) 360mg	(1회) 의사지시대로	720 MG
BSPT	1TB/480MG	Seprtin	(1회) 의사지시대로	1 TB
24CRP	CRP(정량)			1
24PQ	입원 A			1
24DY	Na			1
24DX	K			1
24DW	Cl			1
24D9	Mg			1
24DAD	Direct Bilirubin			1
24D0	Amylase			1
24DM	LD			1
24D7	CK			1
24DQ	Serum Iron			1
24DP	TIBC			1
21AM	PT			1
21BF	a PTT			1
21AA	Routine CBC			1
21AD	Differential count			1
21AF	ESR			1
21AG	Reticulocyte count			1
21AB	PB smear			1
22BB	Urine microscopy		Urine, clean	1
23CA	Helminth			1
23CB	Protozoa			1
23CH	Occult Blood			1
25HC	Anti-HCV Ab			1
25ED	RPR (VDRL) 정성			1
25AD	Anti-HIV Ab			1
25SA	Anti-CMV IgM			1
25SCMV	Anti-CMV IgG			1
25HBY3	HBV 3종			1
25EZ	Ab screening			1
25EA	ABO typing			1
25EB	Rh typing			1
30MU	Urogenital (Aerobic)		Urine, random	1
30M0	Other (Aerobic)		Others	1
24D3	pH, PCO2, PO2			1
82UF	Vit-B12 (S)			1
82UI	Folate (S)			1
82UQ	Ferritin (S)			1

ST062	EBV(VCA) IGG(IFA)		1
ST063	EBV(VCA) IGM(IFA)		1
ST132	VZV IGG		1
ST133	VZV IGM	Serum	1
ST091	HSV Type1 PCR		1
G2102	CHEST	PA, Lt LAT	1
G2502	K.U.B	SUPINE, ERECT	1
G1203	PNS	SERIES	1
51LA1	E.C.G(PORTABLE)		1
81TB10	RENAL DOPPLER US(비뇨기 초음파)		1
56QS5	RENAL SCAN & RENOGRAM(MAG3)		1
LBEN	1BT/100ML Care gargle 10mg/100ml	1일3회 입과목을 씻	1 BT
LCHX	1BT/100ML Hexamedin 0.1%/100ml	1일3회 입과목을 씻	1 BT
81BD0	DOBUTAMINE ECHO	Dobutamine	1
X248	배뇨성 요도방광조영 V.C.U.G(방광 BL)		1
81TB2	ABDOMEN & PELVIS(복부 초음파)		1
L0496	PRA(IDENTIFICATION) CLASS I(위탁)		1
L0497	PRA(IDENTIFICATION) CLASS II(위탁)		1

23.6. OP 당일 / 이후 management

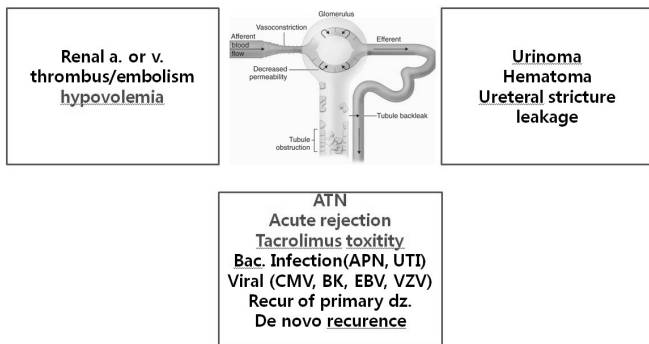
- ▷ 보통 KTP 2일전 recipient 입원(donor는 Uro에 입원)
- ▷ 면역억제제 종류와 용량은 반드시 교수님께 confirm
(보통 PDL-tacrolimus-Myfortic acid combination Tx시행)
보통 유지 요법 tacrolimus 2 mg bid, myfortic acid 720 mg bid, PDL 60 mg으로 시작
PDL은 수술 당일 MPD 500 mg iv - POD1 MPD 250 mg iv - POD2 PDL 60 mg PO-이후 protocol 대로 tapering
- ▷ 수술 2일전부터 면역억제제 복용(반드시 교수님께 confirm)
- ▷ cadavor donor, PRA >50%, 재이식일 때는 OP room에서 basiliximab(simulect 20 mg) iv: Ix 아니어도 주는 경우 있으므로 반드시 교수님께 confirm
- ▷ 생체이식일 때 수술 당일 새벽 2시경에 환자 깨워서 소량의 물과 함께 tacrolimus, myfortic acid, septrin 복용 → 수술 이후에는 수 시간 후부터 복용시작 → 유지용법: 12시간 간격으로 복용(보통 tacrolimus(식후 2시간 복용)는 오전, 오후 9시, myfortic, PDL은 아침, 저녁 식후 30분에 복용)

- ▷ 뇌사자이식일 경우에는 코디네이터에게 몇 시에 kidney 병원에 올지 확인해서 수술 4~5시간 전에 면역억제제 시작
- ▷ 뇌사자 이식시 recipient 수술 당일 투석하고 입원하지 않는 한 혈액 투석 후 수술들 어가는 것 고려한다. (복막투석자는 수술전 반드시 복막액 비우고 들어간다.)
- ▷ chronic hepatitis B 환자는 모든 환자 반드시 수술전 antiviral Tx시작
(수술전 entecavir 0.05 mg(1/10T)) - 수술후 욕량 조절, 비보험(심사과에 확인))
- ▷ 수술 당일 simulect, MPD는 mix 하지 않고 수술방으로 내린다.
- ▷ prophylatic antibiotics는 수술방으로 내려가기 직전 iv.
- ▷ 수술 들어가면 튼튼이 수술방 들어간다. (kidney 연결할 때는 반드시 수술 참관하여, urination 되는지 확인하여, 교수님께 전화 드리도록 한다.)
- ▷ vessel 연결하고 perfusion 시간 확인 - cold ischemic time 계산
- ▷ 수술후 회복실에서 환자 상태 확인, 병동으로 올라가면 urine output확인하면서 input 조정
- ▷ hematuria 심하면 hematuria foley로 바꿔서 NS 100 ml/hr로 continuous irrigation시행
- ▷ 수술 다음날 Renal MAG3 scan(or renal DTPA scan), renal doppler 시행(미리 예약)
- ▷ 매일 아침, BUN/Cr, I/O, body weight, H/V 용량, vital sign 확인
- ▷ tacrolimus level은 아침 투약직접 sample, 매일 검사할 필요 없다.
- ▷ urine output 감소가 해결되지 않거나 환자에게 문제 생기면

- 회진 전, 후라도 반드시 교수님께 전화 드려서 상의
- ▷ antibiotics는 일주일간 iv, PPI는 식사 시작하면 PO로 교체
 - ▷ 입원 7일째, 퇴원시 반드시 TG, cholesterol lab 시행
 - ▷ foley는 7일 이후, H/V은 <50 ml/day일 때 GS와 상의후 제거
 - ▷ double J stent는 3주에 제거(가지고 퇴원할 시 그 날짜에 맞추어서 URO에서 제거하도록 외래 예약)
 - ▷ 경과 좋으면 2주, 보통 3주에 퇴원, 퇴원시 lab F/U, IM, GS, URO(double J 가지고 퇴원할 때) F/U
 - ▷ 퇴원시 evaluation sheet(recipient/donor sheet, cadavor는 코디네이터한테 cadavor sheet 받는다) 정리에서 7층 파일에 정리

23.7. Cr 상승, urine output 감소시 evaluation

- ▷ renal doppler: renal a/v.의 flow와 thrombus/embolism 확인 가능
hematoma, urinoma, hydronephrosis 확인가능
RI(resistance index) >0.8 시 rejection, ATN 가능성 ↑
Cr 상승 소견 있으면 되도록 doppler 시행한다.
- ▷ Cadavor donor는 Cr 하강이 느리고, urine output 상승속도 느리다.
- ▷ 소변량 감소하면 bladder irrigation → lasix iv → hydration (200~300 mL loading) → lasix 반복 순서로 시행
- ▷ dehydration 심하지 않고, hydration/lasix iv 후에도 지속적으로 urine output 감소하고 Cr 상승하면 acute rejection 가능성 ↑
- ▷ kidney biopsy: ATN, rejection, tacrolimus toxicity 구분 가능



- C4d(+) >50%: acute humoral rejection(세포적 rejection과 치료 틀리다.)
- ▷ acute cellular rejection: IMPD 500~1000 mg iv for 3~5 days
 - ▷ ATN: pulmonary edema 생기지 않도록 fluid input 조절, urine output 증가할 때까지 기다린다.
 - ▷ ATN이나 acute rejection으로 urine output 감소하고 pulmonary edema 심해지면 hemodialysis 고려(교수님 confirm후)

23.8. KTP 환자 rejection 의심 시 시행해야 할 evaluation

- ▷ infection: anti- HIV, HBV,
CMV PCR/antigenemia/culture/IgM, IgG CMV Ab
EBV(IgM)
- ▷ BK virus: BK Realtime PCR(LO634-외부검사, urine, plasma 다 같이 낼 것)
cytosin(26FJ): remark - urine Decoy cell: BK cell 확인 부탁 드립니다.
(order 내고 진검 연락해서 결과 확인할 것)
- ▷ FENa, FEurea 확인할 것

- ▷ daily BUN/Cr 및 abnormal lab f/u
- ▷ 다음날 study sample EDTA battle 2~3cc 정도 해둘 것 냉동 보관
- ▷ high risk였던 경우 추가 사항
 - ▶ PRA(panel reactive Ab)
 - : screening에서 positive 나오면 identification 해달라고 할 것
 - ▶ HLA cross matching: 다시 시행
 - 원내 분자 생물 검사실 전화 또는 HLA(8727) 전화해서 예약 잡고 해야 함
 - donor 같이 올 수 있어야 하며 입원 환자의 경우 code 달라 질 수 있으므로 확인 할 것
- ▷ renal Bx 할 경우
 - : 반드시 C4d stain 해 달라고 하며, 보통 slide 고덕병원에 보내서 판독한다.
- ▷ renal doppler

23.9. KTP 환자 rejection 의심 시 시행해야 할 order

23.10. Fever in KTP

L0634	BK Realtime PCR	Plasma
L0634	BK Realtime PCR	Urine, random
26FJ	Cytospin	Others
25SA	Anti-CMV IgM	
25AD	Anti-HIV Ab	
25SAG	HBS-Ag	
ST063	EBV(VCA) IGM(IFA)	
ST194	CMV CULTURE	
83GP16	CMV PCR	Whole blood
ST152	CMV ANTIGENEMIA	
L0496	PRA(IDENTIFICATION) CLASS I(위탁)	
L0497	PRA(IDENTIFICATION) CLASS II(위탁)	
59DN6	HLA Crossmatching	Whole blood
59DN1	HLA CROSSMATCHING(B세포)	Whole blood
22BQR	Random Creatinine	Urine, random
22BTR	Random Urea nitrogen	Urine, random
22CKR	Random K	Urine, random
22CLR	Random Cl	Urine, random
22CNR	Random Na	Urine, random
81TB10	RENAL DOPPLER US(비뇨기 초음파)	

- ▷ 대개 POD 1~2일에 발생하는데 atelectasis 때문인 경우가 많다.
- ▷ x-ray 찍어보고 Infection 증거가 없으면 꼭 항생제를 쓸 필요는 없다.
- ▷ blood, urine, H-vac, throat 등에 대한 culture 시행하고 항생제 투여 여부 결정
- ▷ op 시행하고 4~5일 지났는데 UTI 같으면 foley remove 해도 된다.
- ▷ Creatinine에 따라 dose reduction 여부 결정하면 된다.
- ▷ CMV IgM negative라도 의심되면 antigenemia 검사까지 한다.

23.11. Hemo-vac 양이 갑자기 늘었을 때

- ▷ 맑게 나오면 urine leakage인지 lymphatics leakage 인지 감별

해야 한다.

- ▷ hemo-vac creatinine 확인해서 serum과 비슷하면 lymphatics leakage !
(H/V BUN/Cr, Na/K을 serum과 비교)
- ▷ DTPA scan을 하면 urine leakage 양과 site를 더 잘 알 수 있다. 필요 시 확인
- ▷ 피가 나오면 bleeding → GS
- ▷ urine이 새는 거면 double J stent가 있으니까 ureter disruption은 적지만 urine이 감염을 일으킬 수도 있고 이후 complication도 있을 수 있으니까 GS에 연락해서 op 해야 할 지를 결정해야 한다.
- ▷ lymphatics leakage면 대개는 그냥 막히니까 기다려 본다.
Protein, lipid, immune complex 등이 빠져 나가니까 support
- ▷ 뿌옇게 나오면 chyle leakage고 TG level을 봐야 한다. medium chain TG diet 하면서 막힐 때까지 기다려야 한다. TPN 하는 경우도 있는데 상황 봐서 하고 Op 하는 경우는 드물다.

23.12. Acute cellular rejection protocol

- ▷ solumedrol pulse therapy(IMPD)
 - Ix: Bx 결과 acute rejection
 - IMPD 500~1000 mg iv for 3~5 days
 - Pd 60 mg으로 바꿔서 2일 간격으로 10 mg씩 Tapering 한 후 20 mg으로 유지
 - 소아 경우 solumedrol 10 mg/kg 기준으로 용량을 결정하여 투여하고 Pd로 tapering
- ▷ OKT3
 - 1) Ix: MPD pulse에 반응하지 않는 rejection시

2) Dose: 5 mg IV bolus for 10 days

3) protocol recommendation for OKT3 use

1. Before administration of first dose, patient should be edema free, be within 3% of dry weight, and have a negative chest radiograph.
2. Use high-dose diuretics, dialysis, or ultrafiltration alone to achieve euvolemia in a volume-overloaded patient.
3. Administer premedication 15~60 minutes before first and second dose consisting of methylprednisolone, 5~8 mg/kg; diphenhydramine hydrochloride (Benadryl), 50 mg IV; and acetaminophen, 500 mg PO.
4. Before first and second dose, monitor vital signs every 15 minutes for 2 hours, then every 30 minutes for 2 hours.
5. Premedication is not required for remainder of the course; use acetaminophen ,r,n for fever.
6. If OKT3 is stopped for more than one dose, repeat first-dose precautions.
7. Continue low dose of calcineurin-inhibitor, azathioprine, or MMF during the course.
8. If calcineurin-inhibitor is continued, use half dose; return to full dose 2 days before completion of the course and ensure therapeutic levels.
9. After first two doses, continue prednisolone according to the protocol schedule.
10. Use antiviral and antibacterial prophylaxis.
11. During second course of OKT3, monitor CD3 levels at

least twice weekly.

12. After the first two doses, encourage hydration for patient diuresis.
 13. Consider outpatient administration after third dose in stable patients.
-

4) side effects

- fever & chills
- pulmonary edema
- nephrotoxicity
- neurologic complication
- infection
- rejection recurrence
- hematologic complications : B-cell lymphoma
- CMV infection ↑ : CMV prophylaxis 고려

23.13. ATG protocol(I-ATGR, anti-thymocyte globulin)

▷ SKIN TEST

: I-ATGR 0.1CC + FNS10CC MIX → 0.1CC와 FNS 1CC SKIN TEST

15분 동안 2회 실시

▷ Premedication

I-MPD 30 mg iv 0.5hr prior to ATG

I-PLK 1A iv 0.5hr prior to ALG

B-AAP 1T per 4 hrs(D1~5)

- ▷ Discontinue cyclosporine, FK506 & MPM, continue steroid (MPD로 대체)

- ▷ I-ATGR 75 mg(60 kg기준) + FNS 300cc iv for 8hrs(1~3wks)
- ▷ Prophylactic antibiotics
 - CMV - gancyclovir 2.5 mg/kg iv qd or 10 mg/kg iv 3/wk for 3weeks
 - PCP, UTI - Trimethoprim/sulfamethoxazole 960 mg 3/wk(1T qd)
 - Fungus - fluconazole 100 mg/day
- ▷ INTUBATION KIT, Epinephrine, PLK 준비
- ▷ 주치의 옆에서 keep, 처음 IV시 15분마다 V/S CHECK 이후 1시간마다 CHECK

23.14. HLA cross matching 양성 환자를 위한 desensitization protocol

< Plasmapheresis + low dose IVIG >

1. Cross matching 양성이면서, desensitization treatment에 동의하는 환자를 대상으로 한다.
2. Plasmapheresis의 횟수는 cross matching(CDC-AHG)양성 titer를 기준으로 한다.
Ex) CDC-AHG 1:2 양성일 경우 plasmapheresis 3회
CDC-AHG 1:8 양성일 경우 plasmapheresis 5회
3. Alternate day plasmapheresis와 low dose IVIG 투여 후, cross matching이 음성이 된 경우 KTP를 시행한다.
4. 면역 억제제는 Basilximab(D0, D4)로 induction therapy를, steroid, tacrolimus, MMF로 maintenance therapy를 시행한다. (tacrolimue, MMF는 plasmapheresis 시작 시, steroid는 KTP 당일 start)
5. 환자 상태와, 수술 후 경과에 따라 post op plasmapheresis 시

행 여부를 결정한다.

< Plasmapheresis + low dose IVIG >

1. Alternate day plasmapheresis
: one plasma volume exchange replaced with albumin
: coagulation problem 있는 환자는 마지막 plasmapheresis시 replace with FFP
: 주입하는 동안 활력 징후 등 지속적 관찰
(prepare epinephrine injection after anaphylaxis)
2. IVIG(100 mg/kg for 2~4hr) after each exchange
: premedication(Avil 1 ample IV, Tyrenol 1 tab po, HC 6 mg/kg IV)
3. Cross matching test 재검 후 (-) 시 KTP 시행

< Immunosuppression >

1. Tacrolimus(0.05 mg/kg bid)
2. MMF (1 g bid) or myfortic acid(720 mg bid)
: 1, 2는 plasmapheresis 시작하는 당일 start
3. MPD 500 mg IV(D0) → 250 mg(D1) → rapid tapering to PDL
30 mg/day
4. Induction therapy: Basiliximab(D0, D4)

< 환자 상태에 따라 추가 여부 결정 >

1. Anti CD 20 antibody(Rituximab)
: single pretransplant dose of rituximab(375 mg/m^2), 4~7 days prior to KTP
2. Thymoglobulin induction(1.5 mg/kg/day)
3. 2~3 post operation plasmapheresis + IVIG(D1~3)
4. Post op follow up

: Protocol biopsy(D4, D7, D14)

: Cross matching

23.15. Acute humoral rejection(AHR) treatment protocols (cross-matching(+) 전처치와 거의 동일)

1. plasmapheresis

- 1) alternate day exchange protocol
- 2) previous baseline Cr의 20~30% 감소할 때까지 시행, 최소 4 session 시행
- 3) one and one-half volume exchange
- 4) one volume exchange of albumin
 - cf) PT, PTT and fibrinogen이 acceptable level이 아니거나 renal biopsy 등이 필요할 시는 one or two units of FFP를 plasmapheresis 치료 끝에 사용해야 한다.

2. immunoglobulin(IVIG) (IVENO OR IVENOB)

- 1) 100 mg/kg of IVIG after each plasmapheresis and
- 2) 500 mg/kg per day for one to two days after the final planned exchange
- 3) a total cumulative target dose of at least 1000 mg/kg of IVIG

3. MPD(IMPd)

- 1) 300 to 500 mg daily for 3~5 days 후 rapid taper to PDL

4. tacrolimus and MMF

- 1) 사용안하고 있으면, 사용시작
- 2) 이미 사용하고 있으면, dose 증량을 고려

5. rituximab(anti-CD20 Ab) (IRIMA OR IRIMAB)

- 1) refractory acute AMR or severe AHR일 때 고려

(보험상으로는 plasmapheresis and IVIG이 효과 없을 때 인정)

- 2) one dose of 375 mg/m² added to combination plasmapheresis, MPD and IVIG

6. anti-thymoglobulin(IATGR)

- 1) concurrent severe cellular rejection일 때(≥ Banff 2A)
- 2) add to plasmapheresis, IVIG and MPD
- 3) 1.5 to 3.0 mg/kg
- 4) alternative day(plasmapheresis 하지 않는 날)

23.16. acute humoral rejection 시 order

S/O	plasmapheresis D1		
S/O	plasmapheresis alternative day		
S/O	albumin exchange		
S/O	IVIG 100mg/kg after each plasmapheresis		
S/O	plasmapheresis 시 인턴 선생님 keep		
S/O	plasmapheresis 내려갈시 꼭 주치의		
S/O	마지막 날은 IVIG 500mg/kg 입니다.		
S/O	MPD 500MG FOR 3~ 5days		
31KE1	치료적혈장교환(simple)		1
FALB	1BT/100ML 녹십자알부민주20%100ml	(1회) IV QD	2 BT
FNSB	1PG/1000ML Normal saline 1L	(1회) IV QD	10 PG
IYENO	1YL/1GM IV-Globulin S 1g/20ml	(1회) IV QD	2 GM
IYENOB	1YL/2.5GM IV-Globulin S 2.5g/50ml	(1회) IV QD	5 GM
F5D5B	1PG/500ML 5% Dextrose 25g/500ml	(1회) IV QD	200 ML
IMPD	1YL/500MG Predisol 500MG	(1회) IV QD	500 MG
BTCMB	1CP/1MG Tacrobell 1mg/Cap	(1회)아침 식후2시	2 MG
BTCMB	1CP/1MG Tacrobell 1mg/Cap	(1회)저녁 식후2시	2 MG
BMPMB	1TB/360MG Myfortic(노바티스) 360mg	(1회)아침 식후30분	720 MG
BMPMB	1TB/360MG Myfortic(노바티스) 360mg	(1회)저녁 식후30분	720 MG
21AM	PT		1
21BF	a PTT		1
21AA	Routine CBC		1
21AD	Differential count		1
24BE	Fibrinogen		1

23.17. CMV prophylaxis in KTP recipient

- ▷ CMV negative recipient – CMV negative donor
- No prophylaxis

- ▷ CMV negative recipient - CMV positive donor
 - center마다 다름.
 - CMV serologic marker F/U
KTP시 q 1 week 퇴원 후 OPD F/U시(every 2 weeks every month)
- ▷ CMV positive recipient - CMV negative donor
 - Usually no prophylaxis
 - CMV serologic marker F/U
KTP시 q 1 week 퇴원 후 OPD F/U시(every 2 weeks every month)
- ▷ CMV positive recipient - CV positive donor
 - Prophylaxis with ganciclovir/valganciclovir
 - Worst graft and patient survival
- ▷ OKT3 사용시 prophylaxis with ganciclovir/valganciclovir

	CMV negative recipient	CMV positive recipient
CMV negative donor	none	CMV serologic marker F/U
CMV positive donor	CMV serologic marker F/U	Prophylaxis

- ▷ Prophylaxis therapy
 - Ganciclovir 1000 mg po tid
 - or 5 mg/kg q 12hrs iv for 3 weeks with a switch to oral for 2~12 weeks
 - Valganciclovir 900 mg/d POD10~POD100

23.18. infection after KTP

Table 276–5 The Most Common Opportunistic Infections in the Renal Transplant Recipient

Peritransplant(<1 month)	Late(>6 months)
Wound infections	Aspergillus
Herpesvirus	Nocardia
Oral candidiasis	BK virus(polyoma)
Urinary tract infection	Herpes zoster
Early(1~6 months)	Hepatitis B
Pneumocystis carinii	Hepatitis C
Cytomegalovirus	
Legionella	
Listeria	
Hepatitis B	
Hepatitis C	

Harrison 17th

▷ CMV infection

▶ postKTP 1개월 이후 발생, rejection과 동반 가능

▶ Dx

Serum IgM CMV Ab, CMV antigenemia, CMV PCR

tissue invasion : lung and GI

→ CMV antigenemia와 increasing IgM titer가 진단에 도움
(blood CMV culture는 less sensitive)

▶ Tx

① IV Ganciclovir 5 mg/kg q 12hr for 2~4 wk. (예방도 가능)

→ viremia 사라질 때까지 사용

Cx, reversible neutropenia(25~40%), thrombocytopenia (20%)

irritation of infusion site, rarely renal deterioration

② PO Valganciclovir

③ Foscarnet, Cidofovir, IVIG

⇒ resistant to ganciclovir

▷ BK virus nephropathy

▶ reactivation(10~60%), BKN(1~5%), allograft loss of 50% with BKN

▶ Dx

urine Decoy cells, Serum BK DNA PCR(best noninvasive test)

tissue finding and BK PCR: definitive test

tissue finding: intranuclear inclusion, focal tubular necrosis

▶ Tx

decrease of immunosuppression

Cidofovir, IVIG, Leflunomide, Rimantadine

23.19. HTN after KTP

① native Kidney

② renal a. stenosis

③ rejection activity

④ Calcineurin inhibitor(cyclosporine, tacrolimus)

23.20. Exclusion criteria of living donors(Handbook of transplantation 4th)

▷ absolute C/Ix

① 불충분하게 치료된 psychiatric disease

② active drug or alcohol abuse

③ DM

④ HTN(mild or 치료 잘 되고 있는 경우는 제외, cadaveric은

HTN 가능)

- ⑤ collagen vascular disease
- ⑥ moderate or severe pulmonary disease
- ⑦ prior MI or treated CAD
- ⑧ significant chronic liver disease
- ⑨ significant neurology disease
- ⑩ current ca.(in situ nonmelanoma / cervical / colon ca는 제외)
- ⑪ Hx. of Malig.(lung, breast, GI, melanoma, RCC, urologic ca, hematologic Malig.)
cf) non-invasive brain tumor와 non-metastatic skin cancer는 치료후 가능
- ⑫ familial Hx of RCC
- ⑬ active infection
- ⑭ chronic active viral infection(HBV, HCV, HIV, HTLV)
→ anti-HCV(+) but HCV-RNA(-)는 가능, HCV-RNA(+) 시에는 biopsy
조절중인 HIV는 가능
- ⑮ renal disease
→ significantly abnormal renal anatomy
low GFR, proteinuria, unexplained hematuria, pyuria
(hematuria: aggressive w/u 후 모두 정상, proteinuria > 250 mg/day)
recurrent renal stone, bilat. renal stones
- ⑯ disorder requiring anticoagulation
- ⑰ Hx. of thrombotic disease with risk factor
- ⑱ current pregnancy

▷ ABO/HLA incompatibility, Cross-matching(+)도 수술 할 수 있다.

→ plasmapheresis + rituximab 선치료후에 KTP 가능

23.21. Exclusion criteria of recipient(Uptodate)

▷ absolute C/Ix

Untreated current infection

Active malignancy with short life expectancy

Chronic illness with life expectancy of less than one year

Poorly controlled psychosis

Active substance abuse

▷ Hx of Malignant carcinoma 시 least interval between complete Tx to KTP

bladder ca.: 2 years(in situ bladder ca 시 no interval time)

breast ca.: 5 years(in situ ca. 시 2 years)

advanced breast ca.(stage III, IV): no KTP

Cervical ca.: localized(2 years), invasive(no firm recommendation)

in situ ca.(<2 years)

colorectal ca.: 5 yrs(Duke's stage A or B1 시 2~5 yrs)

lymphoma, leukemia: 2 yrs

lung ca: 2 yrs

melanoma: 5 yrs(in situ melanoma: 2 yrs)

multiple myeloma: no KTP

skin basal cel ca.: no waiting time

skin SqCC: no firm recommendation

prostate ca.: 2 yrs.(advanced prostate ca.: no KTP)

testicular ca: 2 yrs.

thyroid ca: 2 yrs.

23.22. Native kidney nephrectomy(Handbook of transplantation 4th, p180)

intractable HTN

chronic parenchymal infection

infected stone

heavy proteinuria

infected reflux

polycystic kidney(massive size, or recurrent infection/bleeding 시)

malignancy 의심시

23.23. KTP 후 primary GN 재발

1. IgA: 20%에서 재발, but 재발 case의 10% 만 graft loss
2. FSGS: 50%에서 재발, 재발 case의 10% graft loss
3. anti-GMB diz.: 이식 6~12개월전 Ab(-)면 재발 극히 드물다.
4. lupus nephritis: 재발하거나 systemic flares 하는 경우 극히 드물다.

23.24. Immunosuppressive agents

- ▷ corticosteroid: macrophage에서 IL-1,2,3,6, TNF-a, IFN-r transcription 억제
- ▷ tacrolimus, cyclosporine: calcineurin inhibitor
(T-lymphocyte에서 IL-2 gene의 activation을 위해 필요한 calcineurin을 억제)
- ▶ cyclosporine
cyclosporine+cyclophilin+calcineurin complex 형성

→ calcineurin에 의한 NF-ATc 작용억제(IL-2 생산억제)

▷ 부작용

nephrotoxicity, hypertension, DM, dyslipidemia, hyperkalemia
hirsutism, gingival hypertrophy, tremor, hepatotoxicity

▶ Tacrolimus(FK506)

Tacrolimus + FKBP(FK506 binding protein) + calcineurin complex

→ calcineurin에 의한 NF-ATc 작용억제(IL-2 생산억제)

▷ 부작용

nephrotoxicity, hypertension, DM, dyslipidemia, hyperkalemia
(이중 DM은 cyclosporine보다 더 흔하고, hirsutism, gingival hypertrophy는 덜하다)

▷ azathioprine, mycophenolate mofelti(MMF) (or myfortic acid)
: purine 생산억제(lymphocyte proliferation 하는데 purine이 필수적임)

▶ 부작용

azathioprine: BM suppression(WBC>RBC>PLT), allopurinol에 의해서 toxicity 증가

MMF: mild GI Sx., minimal BM suppression

▷ sirolimus(rapamycin)

IL-2 binding to IL-2 receptor → intracellular pathway의 protein 중 mTOR 억제(siolimus + FKBP12 + mTOR complex 형성) → cell cycle progression 억제(G1 → S phase 억제) → lymphocyte proliferation 억제(IL-2에 의한 transduction 억제)

cf) basiliximab(Simulect), daclizumab(Zenapax)

: anti-CD25 Ab(anti-IL-2 receptor Ab), KTP전 induction Tx로 사용

OKT3: anti-CD3 Ab(T cell의 Ag 인식 receptor)

Table 133-2. IMMUNOSUPPRESSIVE AGENTS

Agent	Mechanism of Action	Side Effects
Corticosteroids	Multiple anti-inflammatory actions, blockade of IL-1, IL-6, TNF- α	Infection, hypertension, glucose resistance, osteoporosis, hyperlipidemia, glaucoma, adrenal suppression
Azathioprine	Blockade of purine synthesis, which affects DNA and RNA synthesis	Bone marrow suppression
Cyclosporine	Binds to cyclophilin, causing calcineurin inhibition, which prevents NFAT activity on IL-2 gene; stimulates production of TGF- β	Hypertension, glucose intolerance, nephrotoxicity, hirsutism, gingival hyperplasia
Tacrolimus	Binds to FKBP-12, causing calcineurin inhibition, which prevents NFAT activity on IL-2 gene	Neurotoxicity, increased incidence of diabetes mellitus ($\approx 20\%$)
Mycophenolate mofetil	Blocks de novo pathway of purine synthesis by inhibition of IMPDH, selective for lymphocytes	Gastrointestinal symptoms (diarrhea), leukopenia
Sirolimus	Binds to-FKBP-12 and mTOR, blocking cell cycle progression	Hyperlipidemia, leukopenia, thrombocytopenia, impaired wound healing

FKBP-12=FK506-binding protein 12; IL=interleukin; IMPDH=inosine monophosphate dehydrogenase; NFAT=nuclear factor of activated T lymphocyte; TGF- β =transforming growth factor- β ; TNF- α =tumor necrosis factor- α ; mTOR=mammalian target of rapamycin.

KTP전 induction Tx, steroid non-responsive acute cellular rejection시 사용

high incidence of CMV infection(prophylaxis 필요)

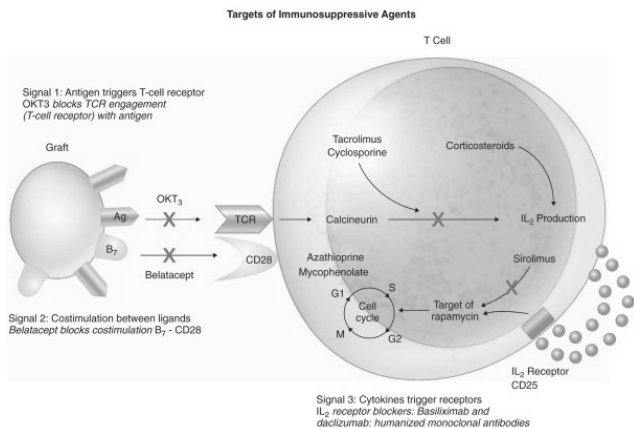


Figure 133-4. Targets of immunosuppressive agents. G1, S, G2, and M are stages of the cell cycle. Ag=antigen; B7=costimulatory molecule; AZA=azathioprine; CsA=cyclosporine; IL=interleukin; MMF=mycophenolate mofetil; SRL=sirolimus; TAC=tacrolimus; TCR=T-cell receptor; TOR=target of rapamycin.

Cecil Fig.133-4, Cecil Table 133-2

23.25. KTP order protocol

* 모든 환자는 Post op 4개월까지 PCP Prophylaxis 시행한다.
(BSPT 1T qd)

(cyclo. 7 mg/kg #2, tacro. 0.1 mg or 0.15 mg/kg#2, PDL 1.5 mg/kg, myfortic 720 mg bid, MMF 750 mg bid, mizoribine 50 mg bid)

ISMAB 20mg +NS100ml (indication 되면) : 수술 2시간전 완료
BSPT 1T qd

Nystatin gargling 5 mL tid, LBT gargling, antibiotics

KTP 번호:

병록번호:

이름: (성별/나이: /) BW: kg

Op : (/ /)

	Date	FK506 0.1 mg/kg#2	Myfotic acid 720 mg bid	PDL 1.5 mg/kg	검사/기타처치	I/O check
D-2		2 mg bid	720 mg bid	80 mg		
D-1		2 mg bid	720 mg bid	80 mg		
D0		2 mg bid	720 mg bid	IMPD 500 mg	Simulect 20mg NS100ml mx	100%
POD1		2 mg bid	720 mg bid	IMPD 250 mg	FK506 level () MAG3scan/ Renal doppler	90%
POD2		2 mg bid	720 mg bid	60 mg		80%
POD3		2 mg bid	720 mg bid	60 mg		
POD4		2 mg bid	720 mg bid	60 mg	Simulect 20mg NS100ml mx	
POD5		2 mg bid	720 mg bid	55 mg		
POD6		2 mg bid	720 mg bid	55 mg	Foley remove	
POD7		2 mg bid	720 mg bid	55 mg	Tacrolimus level ()	
POD8		2 mg bid	720 mg bid	50 mg		
POD9		2 mg bid	720 mg bid	50 mg		
POD10		2 mg bid	720 mg bid	50 mg	Stitch out	
POD11		2 mg bid	720 mg bid	45 mg	FK506 level ()	
POD12		2 mg bid	720 mg bid	45 mg		
POD13		2 mg bid	720 mg bid	45 mg		
POD14		2 mg bid	720 mg bid	40 mg		
POD15		2 mg bid	720 mg bid	40 mg	FK506 level ()	
POD16		2 mg bid	720 mg bid	40 mg		
POD17		2 mg bid	720 mg bid	35 mg		
POD18		2 mg bid	720 mg bid	35 mg		
POD19		2 mg bid	720 mg bid	35 mg		
POD20		2 mg bid	720 mg bid	30 mg		
POD21		2 mg bid	720 mg bid	30 mg	DJ stent remove	
POD22		2 mg bid	720 mg bid	30 mg		
POD23		2 mg bid	720 mg bid	25 mg		
POD24		2 mg bid	720 mg bid	25 mg		
POD25		2 mg bid	720 mg bid	25 mg		
POD26		2 mg bid	720 mg bid	20 mg		

Kidney Transplantation Evaluation Sheet (Donor)

No.

Date :

Chart number :

Name :

Sex (Male/Female)

Birth date :

Relation : LRD / LNRD / CD

Address :

Tel. number :

Cell. phone number :

BP:

Height :

Body weight :

Transplantation Hx (Y, N)

Date of last transfusion :

Blood type : A / B / AB / O Rh (+/-)

HLA type:A (), B (), C (), DR ()

HLA cross-match :

CBC/DC : WBC - Hb/Hct - Plt - Seg. :

Fe - TIBC - Ferritin - Reticulocyte :

PT :

aPTT :

BUN/Cr :

Na/K/Cl :

AST/ALT/rGT :

Ca/P :

Mg/Uric acid :

FBS/PP2hrs :

Chest-PA :

KUB :

IVP :

A-P US :

Extremity Doppler US :

Rectal CT angiography :

PFT :

EKG :

HBsAg/anti-HBs/anti-HBc (/ /)

anti-HCV (), anti-HIV (), VDRL ()

anti-EBV IgM/IgG (/)

anti-CMV IgM/IgG (/)

anti-VZV IgM/IgG (/), HSV-PCR()

UA : pH-Glucose-Protein-RBC/WBC

24 hrs urine : Prot, - Cr - CrCl

Cockcroft-Gault equation

U-culture (female): 1차(), 2차()

U-culture (male): 1차()

**** 남자인 경우**

PSA/free PSA :

URO consult and DRE w/ prostate exam :

TRUS (DRE 이상시):

**** 여자인 경우**

PAP smear:

Mammography(>35세, breast Ca, Hx.때도 시행한다.)

**** Donor**는 수술 7~10일전 비뇨기과 외래를 방문하여 입원장을 발급 받는다. 그때 이 paper 사본을 URO 레지던트에게 내려 준다.

Kidney Transplantation Evaluation Sheet (Recipient)

No.

Date :

Chart number :

Name :

Sex (Male/Female)

Birth date :

Marriage status :

Occupation :

Address :

Tel. number :

Cell. phone number :

BP:

Height :

Body weight :

Cause of ESRD :

Date of dialysis initiation :

Previous dialysis type (HD/PD)

Transplantation Hx (Y, N)

Daily urine volume :

Transfusion Hx (Y, N)

Date of last transfusion :

Blood type : A / B / AB / O Rh (+/-)

HLA type:A(/),B (/), DR (/)

HLA cross-match : 1차(), 2차

WBC - Hb/Hct - Plt - Seg. :

Fe - TIBC - Ferritin - Reticulocyte :

PT :

aPTT :

ABGA :

BUN/Cr :

Na/K/Cl :

AST/ALT/rGT :

Ca/P /Mg/Uric acid :

FBS/PP2hrs :

UA : pH-Glucose-Protein-RBC/WBC

HBsAg/anti-HBs/anti-HBc (/ /)

anti-HCV (), anti-HIV (), VDRL ()

anti-EBV IgM/IgG (/)

anti-CMV IgM/IgG (/)

anti-VZV IgM/IgG (/), HSV-PCR()

PRA : (%)

U-culture : ()

Nose culture :

Chest-PA :

KUB :

PNS series :

A-P SONO :

VCUG :

gastroscopy :

colonoscopy :

EKG :

Dobutamine stress echocardiography :

< Consult >

NP :

ENT :

Dental :

Cardio :

마취과:

소화기:

GS, URO : KTP 날짜 확인

Kidney Transplantation Evaluation Sheet(추가 사항)

Kidney Transplantation Evaluation Sheet

(Diabetic Recipient)

** KTP recipient protocol의 사항에 다음 검사를 추가하여 실시한다.

1. Cardiovascular system

** Stress echocardiography에서 abnormality가 발견된 환자의 경우 IC와 상의하여 coronary angiography를 고려한다.

- CAG :

- IMT :

- Peripheral vascular Doppler (하지):

2. DM neuropathy

- ANS study :

- Pulse wave velocity :

- Nerve conduction velocity :

3. Genitourinary system

- Residual urine volume check :

- VCUG : (모든환자)

- URO consult 후 urodynamic study :

4. BDM

5. DM retinopathy

-Kidney Transplantation Evaluation Sheet

(Donor and Recipient 공통)

(Female >40 yrs)

** KTP Donor and Recipient protocol의 사항에 다음 검사를 추가하여 실시한다.

1. PAP smear :

2. Mammography(Female >35 yrs, breast ca. FHx 있을 때도 실시한다.) :

Kidney Transplantation Evaluation Sheet
(Donor and Recipient 공통, Male >50 yrs)

** KTP Donor and Recipient protocol의 사항에 다음 검사를 추가하여 실시한다.

1. PSA/free PSA :
2. URO consult and DRE w/ prostate exam :
3. TRUS (DRE 이상시) :

Fundoscopy :- 안과 consult (fundoscopy서 GrIII이상에서 실시)

23.26. tacrolimus drug interactions(www.drugs.com)

Drug Interactions

Antifungal agents(eg, clotrimazole, fluconazole, itraconazole, ketoconazole, posaconazole, voriconazole), bromocriptine, calcium channel blockers(eg, diltiazem, felodipine, nifedipine, verapamil), chloramphenicol, cimetidine, cisapride, cyclosporine, danazol, ethinyl estradiol, fosphenytoin, lansoprazole, macrolide antibiotics(eg, clarithromycin, erythromycin, troleandomycin), magnesium-aluminum hydroxide, methylprednisolone,

metoclopramide, metronidazole, nefazodone, omeprazole, protease inhibitors(eg, indinavir, ritonavir, saquinavir), telithromycin, theophylline

Tacrolimus blood concentrations may be elevated, increasing the risk of toxicity.

Carbamazepine, caspofungin, phenobarbital, phenytoin, prednisolone, prednisone, rifabutin, rifampin, sirolimus, St. John's wort
Tacrolimus blood concentrations may be reduced, increasing the risk of transplant rejection.

Cyclosporine

Additive nephrotoxicity.

CYP3A4 inhibitors(eg, cimetidine, erythromycin, ketoconazole)

Use with caution during topical administration.

Ethanol

Risk of facial flushing may be increased with topical tacrolimus.

Hydantoins(eg, phenytoin)

Tacrolimus plasma levels may be reduced, while hydantoin concentrations may be increased.

Mycophenolate mofetil, sildenafil, simvastatin

Plasma levels may be elevated by tacrolimus, increasing the risk of adverse reactions.

Vaccination(eg, BCG, measles, mumps, oral polio, rubella, TY 21a typhoid, yellow fever)

Vaccination may be less effective. Avoid use of live vaccines.

Ziprasidone

Risk of life-threatening cardiac arrhythmias, including torsades de pointes, may be increased. Coadministration is contraindicated.

Laboratory Test Interactions

None well documented.

24. Diuretics(H1741, uptodate)

24.1. Proximal tubule

- ▷ $\text{Na}^+\text{-K}^+$ ATPase at basolat. memb.에 의해 Na^+ outer cellular, K^+ inner cellular 이동 → low intracellular Na^+ concentration → Na^+ inflow movement from lumen + $\text{H}^+(\text{NH}_4^+)$ outflow movement to lumen
- ▷ filtered $\text{HCO}_3^- + (\text{Na}^+)$ or secreted H^+ via carbonic anhydrase → $\text{H}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \rightarrow \text{CO}_2$ cross into the cytoplasm for the PCT cell → $\text{CO}_2 + \text{OH}^- (\text{H}_2\text{O}) \rightarrow \text{HCO}_3^- \rightarrow \text{HCO}_3^- - \text{Na}^+$ cotrasporter to capillary at basolateral membrane
- ▷ one HCO_3^- absorption, one Na^+ absorption, one H^+ secretion (H^+ 는 absorption을 위해 재활용)

■ Acetazolamide

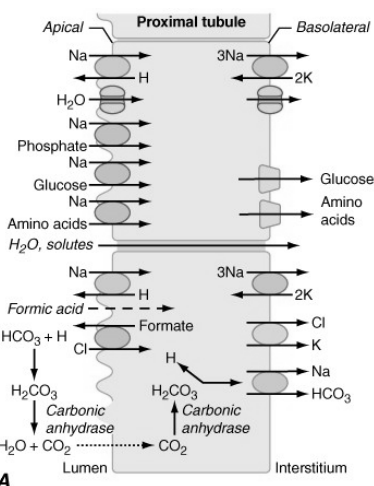
- ▷ inhibit carbonic anhydrase in prox. tubule

- ▷ NaCl and NaHCO_3 loss(그외 AA, glucose, uric acid loss)
- ▶ hyponatremia, metabolic acidosis by HCO_3^- loss

24.2. Henle of Loop

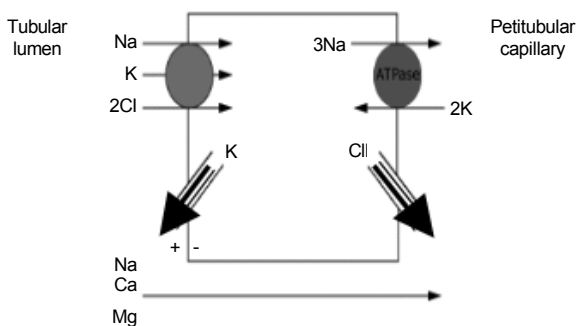
- ▷ intracellular Na to peritubular capillary by Na-K ATPase
- ▷ tubule Na의 Na-K-2Cl cotransporter 를 이용한 이동
: by low intracellular Na and cell interior electronegative
- ▷ K의 back flow to lumen
: due to tubule K conc. < intracellular K conc.
- ▷ Cl to peritubular capillary to Cl channel
- ▷ 결과적으로, electropositivity in lumen, negative in capillary
- ▷ Na / Ca / Mg passive resorption by eletrogradient to capillary via paracellular pathway between the cells

■ Furosemide



Source: Fauci AS, Kasper DL, Braunwald E, Hauser SL, Longo DL, Jameson JL, Loscalzo J: *Harrison's Principles of Internal Medicine*, 17th Edition: <http://www.accessmedicine.com>
Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. All rights reserved.

■ Mechanism of furosemide



- ① Inhibitor of Na-K-2Cl in TALH
- ② Protein-binding(albumin) → albumin과 함께 투여시 효과 증가
- ③ tubule내의 dose가 중요
- ④ net sod. Loss는 1~2wk에 형성
그 이후에는 equal
- ⑤ BLSX 40mg effect = ILSX 20 mg effect
- ⑥ BTSMB 10 mg(1T) = ILSX 20 mg(1A) = BLSX 40 mg(1T)
- ⑦ LSX에 효과 없을시 metolazone 같이 투여
- ⑧ continous infusion: upward to 500 mg for 30~60min

■ side effect

- ① hypersensitivity
- ② ototoxicity by inhibiting Na-K-Cl cotransporter in inner ear
80~160 mg/hr(2~4 g/day)
AG와 병용시 증가
- ③ electrolyte imbalance

hyponatremia, hypokalemia, hypocalcemia(hypercalciuria)
hyperuricemia, meta. alkalosis

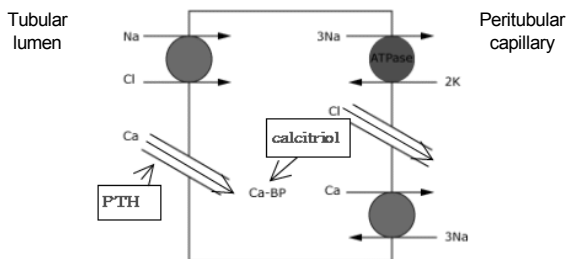
24.3. Distal tubule

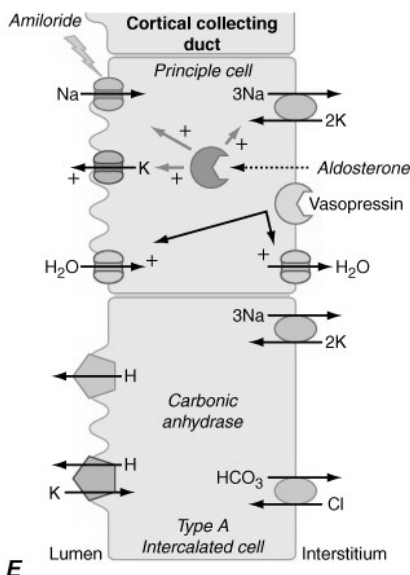
- ▷ Na to intracellular shift via Na-Cl cotransporter
(low intracellular Na gradient and intracellular electronegativity)
- ▷ Na to capillary shift via Na-K ATPase
- ▷ Cl to capillary shift via Cl channel
- ▷ Ca to intracellular shift via Ca channel by PTH
→ Ca-(vit D induced) Ca binding protein
→ shift to capillary via Ca-ATPase and Na-Ca exchanger

■ Thiazide

- hyponatremia, hypokalemia, hypercalcemia (Ca channel 증가 by basolat. Ca/3Na activity 증가), meta.alkalosis
- cf) metolazone(BMTL, MTLB): thiazide와 같은 효과 but CKD에서도 effect
- (major effect in prox.tubule and lesser effect in distal tubule)
- thiazide → GFR 감소하면 효과 떨어진다.

24.4. collecting duct





- ▷ principal cell
 - ▶ Na^+ absorption, K^+ excretion via aldosterone
- ▷ intracellular Na^+ ↓ and electronegativity \Rightarrow Na^+ intracellular shift via Na^+ channel
 - \Rightarrow Na^+ peritubular capillary shift by Na^+/K^+ ATPase
- ▷ lumenal negativity 발생, intracellular K^+ -증가
- ▷ K^+ - lumenal shift via K^+ - channel by intraluminal electronegative and high conc. of intracellular K^+
- ▷ type A intercalated cell
 - ▶ $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}^+ + \text{HCO}_3^- \rightarrow \text{H}^+$ excretion to lumen via H^+ ATPase or H^+/K^+ exchanger, absorption to capillary via $\text{HCO}_3^-/\text{Cl}^-$ exchanger by intraluminal electronegative

▷ type B intercalated cell

type A와 정반대

▷ medullary collecting tubule

type A intercalated cell과 동일, urea reabsorption

■ Potassium sparing diuretics

• hyponatremia, hyperkalemia, hypercalcemia (Ca resorption 증가)
meta, acidosis

▶ aldosterone

⇒ Aldo-R 통해 opened Na^+ channel 증가, Na-K ATPase activity 증가

⇒ survival 증가 in HF via inhibiting effect of aldosterone on heart

▶ ADH

▷ H_2O reabsorption

▶ ANP (atrial natriuretic peptide)

⇒ inhibit Na resorption by closing Na channel

▶ spironolactone act by competing with aldosterone

▶ amiloride ⇒ directly closing Na channel

hyperkalemia 외 특별한 side 없다

▶ Liddle's syndrome

activatin mutation in luminal Na channel ⇒ hyponatremia, hyperkalemia

▶ lithium toxicity

luminal Na channel을 통해 cell안으로 들어가 ADH의 활동을 방해

→ polyuria, polydipsia

→ amiloride로 Na channel blocking → lithium action 억제

24.5. Mannitol

▷ 투여방법: single iv, 12.5~25 g for 15~30 min

(F15M10(15%, 15 g mannitol 100 ml) OR F20M10(20%, 20 g, 100 ml))

▷ 요증가: 투여 4시간동안에 있어야 한다.

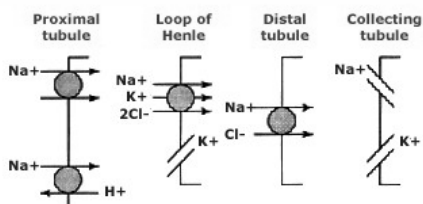
▷ Cx: volume overload, hyponatremia

▷ C/Ix: 투여 4시간 후 이뇨가 일어나지 않는 경우
plasma osmolal gap >55 mosmol/kg

▷ monitoring: plasma osmolality, plasma osmolar gap

25. 부록

Sodium entry into different tubule segments



Major mechanisms of passive Na^+ entry into the cells across the luminal (apical) membrane in the different nephron segments. With the exception of the selective Na^+ channels in the collecting tubules, Na^+ reabsorption in the more proximal segments is linked to the reabsorption or secretion of other solutes. Adapted from Rose, BD, *Kidney Int* 1991; 39:336.

25-1. Adjusted renal dose accodrding to eGFR

(Washington, 열병)

25-2. Website: www.kidneycenter.co.kr(경희의료원 신장센터)

25-3. Website: www.kidney.org(KDOQI guideline)

25-4. Website: www.kdp-baptist.louisville.edu/renalbook/

(drug dose 조절)

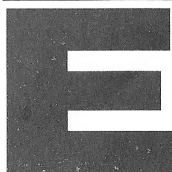
25-5. Website: <http://dir.pharmacy.dal.ca/renal.php>

(전반적 내용)

25-6. Website: www.dialysistips.com/(dialysis)

25-7. Website: www.hdcn.com/(전반적 내용)

좌측 menu (blue bar)에서 원하는 내용 click



Dosage Adjustments of Drugs in Renal Failure

Way Y. Huey and
Daniel W. Coyne

Medication	Route	Adjusted dosing interval(hr) or % normal dose			Supplement dose after specific dialysis
		>50	10~50	<10	
		ml/min (GFR)	ml/min (GFR)	ml/min (GFR)	
Analgesics-nonnarcotic					
Acetaminophen	H	4	6	8	HD
Aspirin	H, R	4	4~6	A	HD
Celecoxib	H	N	N	N	NN
Diclofenac	H	N	N	N	N
Ibuprofen	H	N	N	N	N
Indomethacin	H, R	N	N	N	N
Ketoprofen	H	N	N	N	N
Ketorolac (IM)	H, R	N	N	50%	N
Meloxicam	H	N	-	A	N
Nabumetone	H	N	N	N	N
Naproxen	H	N	N	N	N
Oxaprozin	H	N	N	N	N
Piroxicam	H	N	N	N	N
Rofecoxib	H	N	N	N	N
Sulindac	H, R	N	N	50%	N
Tramadol	H, R	N	12	12	N
Analgesics-opioid					
Codeine	H	N	75%	50%	N
Meperidine	H	N	75%	50%	N
Morphine	H	N	75%	50%	N
Antiarrhythmics					
Amiodarone	H	N	N	N	N
Bretylium	R, H	N	25~50%	A	?
Digoxin ^a	R	24	36	48	N
Disopyramide ^a	R, H	75%	15~50%	10~25%	HD
Flecainide ^a	R, H	N	50%	50%	N
Lidocaine ^a	H, R	N	N	N	N
Mexiletine	H,R	N	N	50~75%	HD

5.1. Adjusted renal dose according to eGFR(Washington)

Medication	Route	Adjusted dosing interval (hr) or % normal dose			Supplement dose after specific dialysis
		>50 ml/min (GFR)	10~50 ml/min (GFR)	<10 ml/min (GFR)	
Moricizine	H	N	N	50~75%	N
Procainamide ^a	R, H	4	6~12	12~24	HD
Propafenone	H	N	N	50~75%	N
Quinidine ^a	H, R	N	N	N	HD, PD
Sotalol	R	N	30%	15%	N
Tocainide ^a	R, H	N	N	50%	HD
Antibiotic drugs					
<i>Aminoglycosides</i>					
Amikacin ^a	R	8~12	12	>24	HD, PD
Gentamicin ^a	R	8~12	12	>24	HD, PD
Tobramycin ^a	R	8~12	12	>24	HD, PD
<i>Antimycobacterial drugs</i>					
Clofazimine	H	N	N	N	N
Cycloserine	R	12	12~24	24	N
Ethambutol	R	24	24~36	48	HD, PD
Ethionamide	H	N	N	50%	N
Isoniazid	H, R	N	N	N	HD, PD
Pyrazinamide	H, R	N	N	50%	HD, PD
Rifabutin	H	N	N	N	N
Rifampin	H	N	N	N	?
<i>Cephalosporins</i>					
Cefadroxil	R	12	12~24	24~48	HD
Cefazolin	R	8	12	24~48	HD
Cefdinir	R	12	24	48	HD
Cefepime	R	12	16~24	24~48	HD
Cefixime	R	12~24	75%	50%	N
Cefonicid	R	N	50%	25%	N
Cefoperazone	H	N	N	N	N
Cefotaxime	R, H	6~8	8~12	24	HD
Cefotetan	R	12	24	24	HD, PD
Cefoxitin	R	8	8~12	24~48	HD
Cefpodoxime	R	12	16	24~48	HD
Cefprozil	R	12	16	24	HD
Ceftazidime	R	8~12	24~48	48	HD
Ceftibuten	R	24	50%	25%	HD
Ceftizoxime	R	8~12	12~24	24	HD
Ceftriazone	R, H	N	N	24	N
Cefuroxime	R	8	8~12	24	HD
Cephalexin	R	8	12	12	HD, PD
Cephalothin	R	6	6~8	12	HD, PD
Cephradine	R	6	50% q6h	25% q6h	HD, PD

Medication	Route	Adjusted dosing interval (hr) or % normal dose			Supplement dose after specific dialysis
		>50 ml/min (GFR)	10~50 ml/min (GFR)		
			<10 ml/min (GFR)		
Loracarbef	R	12	50%	3~5 d	HD
<i>Penicillins</i>					
Amoxicillin/ clavulanate	R, H	8	8~12	12~24	HD
Ampicillin	R, H	6	6~12	12~24	HD
Ampicillin/ sulbactam	R, H	6~8	12	24	HD
Carbenicillin	R, H	8~12	12~24	24~48	HD, PD
Dicloxacillin	R, H	N	N	N	N
Mezlocillin	R, H	4~6	6~8	8~12	HD
Oxacillin	R, H	N	N	N	N
Penicillin G	R, H	N	75%	25~50%	HD
Piperacillin	R	4~6	6~8	12	HD
Piperacillin/ tazobactam	R, H	6	8	12	HD
Ticarcillin	R	8	8~12	24	HD
Ticarcillin/ clavulanate	R, H	3.1 g q4~6h	2g q6~8h	2 g q12h	HD
<i>Quinolones</i>					
Ciprofloxacin	R	N	12~24	24	N
Enoxacin	R	N	50%	50% q24h	N
Gatifloxacin	R	N	50%	50%	HD, PD
Levofloxacin	R	8~12	24	48	N
Lomefloxacin	R	N	75%	50%	N
Moxifloxacin	H	N	N	N	N
Norfloxacin	R	N	12~24	A	N
Ofloxacin	R	N	12~24	24	N
<i>Other antibacterial drugs</i>					
Azithromycin	H	N	N	N	N
Aztreonam	R	N	50~75%	25%	HD, PD
Chloramphenicol	R, H	N	N	N	N
Clarithromycin	R, H	N	75%	50%	N
Clindamycin	H	N	N	N	N
Dirithromycin	H	N	N	N	N

Medication	Route	Adjusted dosing interval (hr) or % normal dose			Supplement dose after specific dialysis
		>50 ml/min (GFR)	10~50 ml/min (GFR)		
				<10 ml/min (GFR)	
Doxycycline	R, H	N	N	N	N
Ertapenem	R, H	N	50%	?	HD
Erythromycin	H	N	N	N	N
Imipenem	R	N	50%	25%	HD
Linezolid	H, R	N	N	N	HD
Meropenem	R	N	50% q12h	50% q24h	HD
Metronidazole	R, H	N	N	50%	HD
Pentamidine	?	N	N	24~48	N
Quinupristin/ dalbopristin	H	N	N	N	N
Sulfamethoxazole	R, H	12	18	24	HD
Tetracycline	R, H	12	12~18	18~24	N
Trimethoprim	R, H	12	18	24	HD
Vancomycin ^a (IV)	R	6~12	24~48	48~96	N
Antifungal drugs					
Amphotericin B	N	24	24	24~36	N
Caspofungin	H	24	24	24	N
Fluconazole	R, H	N	50%	25%	HD
Flucytosine	R	6	24	24~48	HD, PD
Itraconazole	H, R	N	N	50%	N
Ketoconazole	H	N	N	N	N
Miconazole	H	N	N	N	N
Terbinafine	R, H	N	?	?	?
Antiviral drugs					
Abacavir	H	N	N	N	?
Acyclovir (IV)	R	6	24	48	HD
Acyclovir (PO)	R	N	12~24	24	HD
Amantadine	R	12~24	24~72	72~168	N
Amprenavir	H	N	N	N	?
Cidofovir	R	N	A	A	?
Delavirdine	H	N	?	?	?
Didanosine	R	12	24	48	N
Efavirenz	H	N	N	N	?
Famciclovir	R	8	12~24	48	HD
Foscarnet	R	25 mg/kg q8h	15 mg/kg q8h	6 mg/kg q8h	HD

Medication	Route	Adjusted dosing interval (hr) or % normal dose			Supplement dose after specific dialysis
		>50 ml/min (GFR)	10~50 ml/min (GFR)		
			<10 ml/min (GFR)		
Ganciclovir	R	12	24	24	HD
Indinavir	H, R	8	?	?	?
Lamivudine	R	12	24	33% q24h	?
Lopinavir/ritonavir	H	-	-	-	-
Nelfinavir	H	N	N	N	?
Nevirapine	H	N	?	?	?
Rimantadine	H	N	N	50%	?
Ritonavir	H	N	N	N	?
Saquinavir	H	N	N	N	?
Stavudine	H, R	N	50% q12~24h	?	?
Valacyclovir	R	8	12~24	50% q24h	HD
Zalcitabine	R	8	12	24	?
Zidovudine	H	N	N	N	HD

Anticoagulants

Antithrombin agents

Argatroban	H	N	N	N	N
Bivalirudin	H, R	-	-	-	?
Dalteparin	R	N	?	?	N
Enoxaparin	R	N	?	?	N
Fondaparinux	R	N		A	-
Heparin	H	N	N	N	N
Lepirudin	R	N	15~50%	A	?
Tinzaparin	R	N	?	A	N
Warfarin	H	N	N	N	N

Platelet glycoprotein IIb/

III α -receptor antagonists

Abciximab	-	N	N	N	N
Eptifibatide	R	N	50%	A	A
Tirofiban	R	N	50% if Cl_{Cr} <30	50%	N

Cardiovascular agents

Angiotensin-converting enzyme inhibitors

Benazepril	H, R	N	75%	50%	N
------------	------	---	-----	-----	---

Medication	Route	Adjusted dosing interval (hr) or % normal dose			Supplement dose after specific dialysis
		>50 ml/min (GFR)	10~50 ml/min (GFR)		
				<10 ml/min (GFR)	
Captopril	R, H	N	N	50%	HD
Enalapril	R	N	75%	50%	HD
Fosinopril	H	N	N	N	N
Lisinopril	R	N	50%	25%	HD
Moexipril	R, H	N	50%	50%	?
Perindopril	R, H	N	50%	25%	HD
Quinapril	H, R	N	75%	50%	N
Ramipril	R, H	N	50%	50%	HD
Trandolapril	R, H	N	50%	A	N
<i>Angiotensin II-receptor antagonists</i>					
Candesartan	GI	M	50%	50%	N
Eprosartan	H	N	N	N	?
Irbesartan	H	N	N	N	N
Losartan	H	N	N	N	N
Telmisartan	H	N	N	N	N
Valsartan	R	H	N	N	N
<i>β-Adrenergic antagonists</i>					
Acebutolol	R, H	N	50%	25%	N
Atenolol	R	N	50%	25%	HD
Betaxolol	H, R	N	N	50%	N
Bisoprolol	H, R	N	50%	25%	N
Carteolol	R	24	48	72	?
Carvedilol	H	N	N	N	N
Labetalol	H	N	N	N	N
Metoprolol	H	N	N	N	HD
Nadolol	R	N	50%	25%	HD
Penbutolol	H	N	N	N	N
Pindolol	H, R	N	N	N	?
Propranolol	H	N	N	N	N
Sotalol	R	N	24~48	?	?
Timolol	H	N	N	N	N
<i>Calcium channel antagonists</i>					
Amlodipine	H	N	N	N	N

Medication	Route	Adjusted dosing interval (hr) or % normal dose			Supplement dose after specific dialysis
		>50 ml/min (GFR)	10~50	<10 ml/min (GFR)	
			ml/min (GFR)		
Diltiazem	H	N	N	N	N
Felodipine	H	N	N	N	N
Isradipine	H	N	N	N	N
Nicardipine	H	N	N	N	N
Nifedipine	H	N	N	N	N
Verapamil	H	N	N	50~75%	N
<i>Diuretics</i>					
Acetazolamide	R	6	12	A	-
Bumetanide	R, H	N	N	N	-
Furosemide	R	N	N	N	-
Indapamide	H	N	N	N	-
Metolazone	R	N	N	N	-
Spirolactone	R	6~12	12~24	A	-
Thiazide	R	N	N	A	-
Torsemide	H, R	N	N	N	-
<i>Other</i>					
<i>antihypertensives</i>					
Clonidine	R	N	N	N	N
Doxazosin	H	N	N	N	N
Hydralazine (PO)	H	8	8	8~16	N
Methyldopa	R, H	8	8~12	12~24	HD, PD
Minoxidil	H	N	N	N	HD
Nitroprusside	N	N	N	N	N
Prazosin	H, R	N	N	N	N
Terazosin	R	N	N	N	N
CNS agents					
<i>Antidepressants</i>					
Amitriptyline	H	N	N	N	N
Doxepin	H	N	N	N	N
Fluoxetine	H	N	N	N	N
Imipramine	H	N	N	N	N
Nortriptyline	H	N	N	N	N
Paroxetine	H	N	N	N	N
Sertraline	H	N	N	N	N
Trazodone	H	N	N	N	N

Medication	Route	Adjusted dosing interval (hr) or % normal dose			Supplement dose after specific dialysis
		>50 ml/min (GFR)	10~50 ml/min (GFR)		
			<10 ml/min (GFR)		
Venlafaxine	H	N	75%	50%	N
<i>Anticonvulsants</i>					
Carbamazepine ^a	H, R	N	N	75%	N
Ethosuximide ^a	H, R	N	N	75%	HD
Oxcarbazepine	H, R	N	N	N	N
Phenobarbital ^a	H, R	N	N	12~16	HD, PD
Phenytoin ^a	H	N	N	N	N
Primidone ^a	H, R	8	8~12	12~24	HD
Valproic acid ^a	H	N	N	75%	N
Zonisamide	H, R	N	A	A	?
<i>Sedatives</i>					
Alprazolam	H	N	N	N	N
Chlordiazepoxide	H	N	N	50%	N
Diazepam	H	N	N	N	N
Flurazepam	H	N	N	N	N
Lorazepam	H	N	N	N	N
Midazolam	H	N	N	50%	N
Temazepam	H	N	N	N	N
Zaleplon	H	N	N	?	N
Zolpidem	H	N	N	N	N
Esomeprazole	H	N	N	N	N
Famotidine	R, H	N	N	50%	?
Mesalamine	H	N	N	?	N
Metoclopramide	R, H	N	75%	50%	N
Misoprostol	R	N	N	N	N
Nizatidine	H	N	24	48	N
Omeprazole	H	N	N	N	?
Pantoprazole	H	N	N	N	N
Rabeprazole	H	N	N	N	N
Ranitidine	R	N	18~24	24	HD
<i>Other drugs</i>					
Alendronate	R	N	A	A	?
Allopurinol	R	N	50%	10~25%	?
Colchicine (PO)	R, H	N	N	50%	N
Dipyridamole	H	N	N	N	?

Medication	Route	Adjusted dosing interval (hr) or % normal dose			Supplement dose after specific dialysis
		>50 ml/min (GFR)	10~50 ml/min (GFR)		
			<10 ml/min (GFR)		
Etidronate	R	N	A	A	?
Finasteride	H, R	N	N	N	N
Glucocorticoids	H	N	N	N	N
Nitrates	H	N	N	N	N
Pentoxifylline	H	N	N	N	N
Risedronate	R	N	A	A	?
Terbutaline	H, R	N	50%	A	?
Theophylline	H	N	N	N	HD, PD
Ticlopidine	H	N	N	N	?
Tiludronate	R	N	A	A	?

A, avoid use; Cl_{Cr} creatinine clearance; GFR, glomerular filtration rate; H, hepatic; HD, hemodialysis; N, none; PD, peritoneal dialysis; R, renal; %, percentage of normal dose; ?, no data.^aSerum levels should be used to determine exact dosing. Source: G Aronoff, W Bennett, J Berns, et al. *Drug Prescribing in Renal Failure: Dosing Guidelines for Adults* (4th ed). Philadelphia: American College of Physicians, 1999; CR Gelman, BH Rumack, AJ Hess (eds). *Drugdex system*, Englewood, CO: Micromedex, Inc, 2003; and GK McEvoy (ed). *American Hospital Formulary Service Drug Information*, Bethesda, MD: American Society of Health-System Pharmacists, 2003.

Pravastatin	R, H	N	N	50%	N
Simvastatin	H	N	N	50%	N
<i>GI drugs</i>					
Cimetidine	R	6	8	12	N

TABLE 17A—DOSAGE OF ANTIMICROBIAL DRUGS IN ADULT PATIENTS WITH RENAL IMPAIRMENT

Adapted from a combination of DRUG PRESCRIBING IN RENAL FAILURE, 5th Ed., Anonoff et al (Eds.), American College of Physicians, 2007 and selected package inserts. For review of Continuous Renal Replacement Therapy: *CDD 4/1/159, 2005*.
UNLESS STATED, ADJUSTED DOSES ARE % OF DOSE FOR NORMAL FUNCTION.
 Drug adjustments are based on the patient's estimated endogenous creatinine clearance, which can be calculated as:

(140/age)(ideal body weight in kg)	for men (x 0.85 for women)	Ideal body weight for men: 50.0 kg + 2.3 kg per inch over 5 feet Ideal body weight for women: 45.5 kg + 2.3 kg per inch over 5 feet
------------------------------------	----------------------------	--

For alternative methods to calculate estimated CrCl, see *NEJM 354/2473, 2006*

NOTE: For summary of drugs requiring NO dosage adjustment with renal insufficiency, see Table 17B, page 186.

ANTIMICROBIAL	HAIF-LIFE (NORMAL/ ESRD) hr	DOSAGE FOR NORMAL RENAL FUNCTION§	METHOD * (see footnote)	ADJUSTMENT FOR RENAL FAILURE			HEMO-DIALYSIS, CAPD* (see footnote)	COMMENTS & DOSAGE FOR CRRT*
				30-50	10-50	≤10		
ANTIBACTERIAL ANTIBIOTICS								
Aminoglycosides								
Amikacin	1,4-2,3,17-150	Traditional multiple 7.5 mg per kg q12h, or 15 mg per kg once daily (see below)	1	7.5 mg/kg q12h	7.5 mg/kg q24h	7.5 mg/kg q48h	Hemo: 1/2 of normal renal function dose AD* Same dose for CRRT	High flux hemodialysis membranes lead to unpredictable aminoglycoside clearance, measure post-dialysis drug levels for efficacy and toxicity. With CAPD, serum levels. Usual method for CAPD: 2 liters of dialysis fluid placed qid or 8 liters per day (give 8Lx20 mg lost per L = 160 mg of amikacin supplement IV per day)
Gentamicin, Tobramycin	2-3,20-60	1.7 mg per kg q8h; Once daily dosing below	1	100% of q8h	100% of q12-24h	100% of q48h	Hemo: 1/2 of normal renal function dose AD* CAPD: 3-4 mg lost per L = 160 mg of amikacin supplement IV per day	pharmacokinetics highly variable; use post-dialysis levels for CAPD
Netilmicin	2-3,35-72	2.0 mg per kg q8h; Once daily dosing below	1	100% of q8h	100% of q12-24h	100% of q48h	Hemo: 1/2 of normal renal function dose AD* CAPD: 3-4 mg lost per L = 160 mg of amikacin supplement IV per day	
Streptomycin	2-3,30-80	15 mg per kg (max. of 1.0 gm) q24h; Once daily dosing below	D, 1	q24h	q24-72h	q72-96h	Hemo: 1/2 of normal renal function dose AD* CAPD: 20-40 mg lost per L = 160 mg of amikacin supplement IV per day	body weight 0.6-0.8 L/kg; ideal weight 0.7-0.8 L/kg; 100% ideal weight 0.8-1.0 L/kg; 200% ideal weight 1.0-1.2 L/kg
ONCE-DAILY AMINOGLYCOSIDE THERAPY: ADJUSTMENT IN RENAL INSUFFICIENCY (see Table 10D for CR dosing normal renal function)								
Creatinine Clearance (ml per min)		>80	60-80	40-60	30-40	20-30	10-20	(10-4)
Drug			Dose q24h (mg per kg)				Dose q48h (mg per kg)	Dose q72h and AD*
Gentamicin/Tobramycin	5, 1	4	5.5	5.5	2.5	4	3	2
Amikacin/Kanamycin/Streptomycin	5, 5	12	5.5	5.5	2.5	4	3	2
Netilmicin	60.5	8	5	4	8 q48h	8 q72h	2.5	8 q96h

* CRRT = Continuous renal replacement therapy. Usually results in CrCl of approx 30 mL/min. *AD = after dialysis. †Dose AD* refers only to timing of dose.
 CAPD = Continuous ambulatory peritoneal dialysis.

TABLE 17A (2)

ANTIMICROBIAL	HAEMOLYSIS (ESRD) [†]	DOSE FOR NORMAL RENAL FUNCTION	METHOD (toxicity)	ADJUSTMENT FOR RENAL FAILURE Estimated creatinine clearance (CrCl) mL/min			HEMODIALYSIS, DAPD [†] (see footnote 2)	COMMENTS & DOSAGE FOR CRRT [†]
				≥50-90	10-50	<10		
ANTIBACTERIAL ANTIBIOTICS (Continued) Carbapenem Antibiotics								
Doripenem	1/18	500 mg IV q8h	D81	500mg IV q8h	>40-≤50: 250 mg IV q8h 30-40: 250 mg IV q12h	No data	No data	
Ertapenem	4/74	1.0 gm q24h	D	1.0 gm q24h	0.5 gm q24h (CrCl ≥30)	0.5 gm q24h	HEMO: Dose as for CrCl 100; if dosed 6 hrs prior to HD, give 150 mg supplement AD	
Imipenem (see footnote 1)	1/4	0.5 gm q6h	D81	250-500 mg q6-8h	250 mg q6-8h 125-250 mg q12h (44CrCl 30-50) (20-30)	125-250 mg q12h	HEMO: Dose AD [†] CAVD: Dose for CrCl 100	↑ potential for seizures if recommended doses exceeded in pts with CrCl <20 mL/min; see pgs. 108-109, esp. for pts <10 kg
Meropenem	1/6-8	1.0 gm q8h	D81	1.0 gm q8h	1.0 gm q12h Same dose for CRRT [†]	0.5 gm q24h	HEMO: Dose AD [†] CAVD: Dose for CrCl 100	
Cephalosporin Antibiotics: DATA ON SELECTED PARENTERAL CEPHALOSPORINS								
Cefazolin	1/9/40-70	1.0-2.0 gm q8h	I	q8h	q12h Same dose for CRRT [†]	q24-48h	HEMO: Extra 0.5-1 gm AD [†] CAVD: 0.5 gm q12h	
Cefepime	2,2/18	2.0 gm q8h (max. dose)	D81	2 gm q8h	Same dose for CRRT [†]	1 gm q24h	HEMO: Extra 1 gm AD [†] CAVD: 1.2 gm q8h	
Ceftriaxime; Cefuroxime	1,7/15-35	2.0 gm q8h	I	q8-12h	Same dose for CRRT [†]	q24h	HEMO: Extra 1 gm AD [†] CAVD: 0.5-1 gm q24h	Active metabolite of ceftriaxime in ESRD; 1 dose higher for hepatic & renal failure.
Cefotetan	3,5/13-25	1-2 gm q12h	D	100%	Same dose for CRRT [†]	1-2 gm q8h	HEMO: Extra 1 gm AD [†] CAVD: 1 gm q24h	CRRT [†] dose: 750 mg q12h
Cefoxitin	0/8/13-25	2.0 gm q8h	I	q8h	Same dose for CRRT [†]	q24-48h	HEMO: Extra 1 gm AD [†] CAVD: 1 gm q24h	May falsely increase serum creatinine by interference with assay.
Cefazidime	1,2/13-25	2 gm q8h	I	q8-12h	Same dose for CRRT [†]	q24-48h	HEMO: Extra 1 gm AD [†] CAVD: 0.5 gm q24h	Volume of distribution increases with infection.
Cefibiprole	2,9,3,3/No data	500 mg IV q8-12h	I	500 mg IV q8-12h	>30 & ≤50: 500 mg q12h ≤10 & ≥30: 250 mg q12h over 2 hrs	No data	No data	
Cefepime sodium	1,2/17	0.75-1.5 gm q8h	I	q8h	Same dose for CRRT [†]	q24h	HEMO: Dose AD [†] CAVD: Dose for CrCl 100	
Fluoroquinolone Antibiotics								
Ciprofloxacin	3-6/6-9	500-750 mg po q12h 400 mg IV q12h	D	100%	50-75% CRRT 400 mg IV q24h	50%	HEMO: 250 mg po or 200 mg IV q12h; 250 mg po or 200 mg IV q8h	
Gatifloxacin	7-14/11-40	400 mg po/IV q24h	D	400 mg q24h	400 mg, then 200 mg Same dose for CRRT [†]	400 mg, then 200 mg q24h	HEMO: 200 mg q24h AD+ CAVD: 200 mg q24h	

† CRRT = Continuous renal replacement therapy; results in CrCl of approx. 30 mL/min.

CAVD = Continuous ambulatory peritoneal dialysis.

Supplement is to replace drug lost via dialysis; extra drug beyond continuation of regimen used for CrCl < 10 mL per min.

* AD = after dialysis. † Dose AD[†] refers only to timing of dose.

TABLE 17A (4)

ANTIMICROBIAL	HALF-LIFE (NORMAL/ ESRD) hr	DOSE FOR NORMAL RENAL FUNCTION	METHOD (see footnote)	ADJUSTMENT FOR RENAL FAILURE Estimated creatinine clearance (CrCl), mL/min		HEMODIALYSIS, CAPD* (see footnote)	COMMENTS & DOSAGE FOR CRRT*
				>50-90	10-50		
ANTIBACTERIAL ANTIBIOTICS/Miscellaneous Antimicrobial Antibiotics (Continued)							
Prophylaxis	As for TMP	1 tab po q12h or 3 times per week	No change	100%	100%		
Vancomycin†	6/200-250	1 gm q12h	D&I	1 gm q12h	1 gm q24-96h	1 gm q1-7 days	CATH/CVH: 500 mg q24-48h. New hemodialysis membranes: 1 clear, of various check levels
Penicillins							
Amoxicillin	1.0/5-20	250-500 mg q8h	I	q8h	q8-12h	q24h	IV amoxicillin not available in the U.S. CRRT dose for CrCl 10-50
Amoxicillin/ Clavulanate‡	1.3 AM/1.0 5-20/4.0	500/125 mg q8h (see Comments)	D&I	500/125 mg q8h	250-500 mg AM component q12h	250-500 mg AM component q24h	IF CrCl ≤50 per mL do not use 875/125 or 1000/62.5 AM/CL CRRT* dose: 1.5 AM/0.75 SB q12h
Amoxicillin (AM)/ Sulbactam (SB)	1.0 (AM)/1.0 (SB) 9.0 (AM)/10.0 (SB)	2 gm AM + 1.0 gm SB q6h	I	q6h	q8-12h	q24h	CRRT* dose: 2 gm AM/1 gm SB q24h
Aztreonam	2.0/6-8	2 gm q8h	D	100%	50-75%	25%	Technically is a β-lactum antibiotic.
Penicillin G	0.5/6-20	0.5-4 million U q4h	D	100%	Same dose for CRRT*	20-50%	HEMO: Extra 0.5 gm AD* CAPD: Dose for CrCl 10
Piperacillin	1.0/3.5-1	3-4 gm q4-6h	I	q4-6h	Same dose for CRRT*	q8h	HEMO: Dose AD* CAPD: Dose for CrCl 10
Pip(P)/ Tazoz(T)	0.7/1.2/both/2.6	3,375 - 4.5 gm q6-8h	D&I	100%	2.25 gm q6h (20% q8h)	2.25 gm q8h	HEMO: 2 gm q8h plus 1 gm extra AD CAPD: Dose for CrCl 10
Ticarcillin	1.2/13	3 gm q4h	D&I	1-2 gm q4h	Same dose for CRRT*	1-2 gm q12h	HEMO: Extra 3.0 gm AD* CAPD: Dose for CrCl 10
Ticarcillin/‡ Clavulanate†	1.2/11-16	3.1 gm q4h	D&I	3.1 gm q4h	Same dose for CRRT*	2.0 gm q12h	HEMO: Extra 3.1 gm AD* CAPD: 3.1 gm q12h
Tetracycline Antibiotics							
Tetracycline	6-10/57-108	250-500 mg qid	I	q8-12h	Same dose for CRRT*	q12-24h	Avoid in ESRD

† If renal failure, use EMIT assay to measure levels; levels overestimated by RIA or fluorescent immunoassay.

‡ Clavulanate cleared by liver, not kidney. Hence as dose of combination decreased, a deficiency of clavulanate may occur (AAMA 285:386, 2001).

* CRRT = Continuous renal replacement therapy; results in CrCl of approx 30 mL/min. *AD = after dialysis. *Dose AD* refers only to timing of dose.

CAPD = Continuous ambulatory peritoneal dialysis.

Supplement is to replace drug lost via dialysis; extra drug beyond continuation of regimen used for CrCl (< 10 mL per min.

TABLE 17A (5)

ANTIMICROBIAL	HALE-LIFE (NORMAL/ESRD) hr	DOSE FOR NORMAL RENAL FUNCTION§	METHOD (see footnote)	ADJUSTMENT FOR RENAL FAILURE		HEMOANALYSIS, CAPD* (see footnote)	COMMENTS & DOSE FOR CRRT*
				Estimated creatinine clearance (CrCl), mL/min	CrCl		
				≥50-90	10-50		
ANTIFUNGAL ANTIBIOTICS							
Amphotericin B & lipid-based amphotericin B	2-8/15 days/unchanged	Normal: 0.4-1.0 mg/kg/day ABC: 5 mg/kg/day LAP: 3-5 mg/kg/day	I	q24h	q24h Same dose for CRRT*	HEMO/CAPD/CRRT: No dose adjustment	For amphotericin B toxicity: lessened by saline loading; risk amplified by concomitant cyclosporine A, aminoglycosides, or penicillins
Fluconazole	37/100	100-400 mg q24h	D	100%	50%	HEMO: 100% of dose AD* CAPD: Dose for CrCl <10	CRRT: 200-400 mg q24h
Flucytosine	3-6/75-200	37.5 mg per kg q6h	I	q12h	q12-24h Same dose for CRRT*	HEMO: Dose AD* CAPD: 0.5-1.0 mg q24h	Goal is peak serum level >25 mcg per mL and <100 mcg per mL
Itraconazole, po soln	21/25	100-200 mg q12h	D	100%	100%	HEMO/CAPD: oral solution: 100 mg q12-24h	
Itraconazole, IV	21/25	200 mg IV q12h	-	200 mg IV bid	Do not use IV itra if CrCl <30 due to accumulation of carrier cyclodextrin		
Terbinafine	36-200/?	250 mg po per day	-	q24h	Use has not been studied. Recommend avoidance of drug.		
Voriconazole, IV	Non-linear kinetics	6 mg per kg IV q12h times 2, then 4 mg per kg q12h	-	No change	If CrCl <50 mL per min, accum. of IV vehicle (cyclodextrin). Switch to po or DC For CRRT: 4 mg/kg po q12h		
ANTI-PARASITIC ANTIBIOTICS							
Pentamidine	3-12/75-18	4 mg per kg per day	I	q24h	q24-36h Same dose for CRRT*	HEMO: As for CrCl <10 plus 0.5 mg AD* CAPD: Dose for CrCl <10	Marked tissue accumulation
Quinine	5-16/5-16	650 mg q8h	I	650 mg q8h	650 mg q8-12h Same dose for CRRT*	HEMO: Dose AD* CAPD: Dose for CrCl <10	
ANTI-TUBERCULOUS ANTIBIOTICS (Excellent review: <i>Neplion 66160, 1993</i>)							
Ethambutol	4/7-15	15-25 mg per kg q24h	I	q24h	q24-36h Same dose for CRRT*	HEMO: Dose AD* CAPD: Dose for CrCl <10	25 mg per kg 4-6 hr prior to 3 times per week dialysis instead of ethambutol in renal failure.
Ethionamide	2-1/2	250-500 mg q12h	D	100%	100%	HEMO/CAPD/CRRT*: No dosage adjustment	
Isoniazid	0.7-4/8-17	5 mg per kg per day (times 2)	D	100%	100%	HEMO: Dose AD* CAPD: Dose for CrCl <10	
Pyrazinamide	9/26	25 mg per kg q24h (times 2 dose 5 gm q24h)	D	100%	100%	HEMO: 40 mg/kg 24 hrs before each 3x/week dialysis CAPD: No reduction	
Rifampin	1.5-5/1.8-11	600 mg per day	D	600 mg q24h	300-600 mg q24h Same dose for CRRT*	HEMO: No adjustment CAPD: Dose for CrCl <10	Biologically active metabolite

* CRRT = Continuous renal replacement therapy; results in CrCl of approx. 30 mL/min.

CAPD = Continuous ambulatory peritoneal dialysis

Supplement is to replace drug lost via dialysis; extra drug beyond continuation of regimen used for CrCl <10 mL per min.

AD = after dialysis. *Dose AD* refers only to timing of dose.

Table 16. PEDIATRIC DOSAGES OF SELECTED ANTIBACTERIAL AGENTS*

[Adapted from: (1) Nelson's Pocket Book of Pediatric Antimicrobial Therapy, 2008-2009, 17th Ed., J. Bradley & J. Nelson, eds., Alliance for World Wide Editing, Buenos Aires, Argentina, and (2) 2006 Red Book, 27th Ed., American Academy of Pediatrics, pages 700-718]

DRUG	DOSES IN MG PER KG PER DAY OR MG PER KG AT FREQUENCY INDICATED ¹				
	BODY WEIGHT <2000 gm		BODY WEIGHT >2000 gm		>28 DAYS OLD
	0-7 days	8-28 days	0-7 days	8-28 days	
Aminoglycosides, IV or IM (check levels; some dose by gestational age + wks of life, see Nelson's Pocket Book, p. 25)					
Amikacin	7.5 q18~24h	7.5 q12h	10 q12h	10 q12h	10 q8h
Gent/tobra	2.5 q18~24h	2.5 q12h	2.5 q12h	2.5 q12h	2.5 q8h
Aztreonam, IV	30 q2h	30 q8h	30 q8h	30 q6h	30 q6h
Cephalosporins					
Cefaclor					20~40 div tid
Cefadroxil					30 div bid (max 2 gm per day)
Cefazolin	25 q12h	25 q12h	25 q12h	25 q8h	25 q8h
Cefdinir					7 q12h or 14 q24h
Cefepime	30 q12h	30 q12h	30 q12h	30 q12h	150 div q8h
Cefixime					8 as q24h or div bid
Cefotaxime	50 q12h	50 q8h	50 q12h	50 q8h	50 q8h (75 q6h for meningitis)
Cefoxitin			20 q12h		80~160 div q6h
Cefpodoxime					10 div bid (max 400 mg per day)
Cefprozil					15~30 div bid (max 1 gm per day)
Ceftazidime	50 q12h	50 q8h	50 q12h	50 q8h	50 q8h
Ceftibuten					4.5 bid
Ceftizoxime					33~66 q8h
Ceftriaxone	25 q12h	50 q24h	25 q24h	50 q24h	50 q24h (meningitis 100)
Cefuroxime	IV 50 q12h	50 q8h	50 q8h	50 q8h	50 q8h (80 q8h for meningitis)
	po				10~15 bid (max 1 gm per day)
Cephalexin					25~50 div q6h (max 4 gm per day)
Loracarbef					15~30 div bid (max 0.8 gm per day)

DRUG	DOSES IN MG PER KG PER DAY OR MG PER KG AT FREQUENCY INDICATED ¹				
	BODY WEIGHT <2000 gm		BODY WEIGHT >2000 gm		>28 DAYS OLD
	0-7 days	8-28 days	0-7 days	8-28 days	
Chloramphenicol IV	25 q24h	25 q24h	25 q24h	15 q12h	12.5~25 q6h (max 2~4 gm per day)
Clindamycin IV po	5 q12h	5 q8h	5 q8h	5 q6h	7.5 q6h
Ciprofloxacin po ²					20~30 div bid (max 1.5 gm per day)
Ertapenem IV	No data	No data	No data	No data	15 q12h (max. 1 g/day)
Imipenem ³ IV			25 q12h	25 q8h	15~25 q6h (max 2~4 gm per day)
Linezolid	10 q12h	10 q8h	10 q8h	10 q8h	10 q8h to age 12
Macrolides					
Erythro IV&po	10 q12h	10 q8h	10 q12h	13 q8h	10 q6h
Azithro po/IV	5 q24h	10 q24h	5 q24h	10 q24h	10 q24h
Clarithro po					7.5 q12h (max. 1 gm per day)
Meropenem IV	20 q12h	20 q8h	20 q12h	20 q8h	60~120 div q8h (120 for meningitis)
Metro IV&po	7.5 q24h	7.5 q12h	7.5 q12h	15 q12h	7.5 q6h
Penicillins					
Ampicillin	50 q12h	50 q8h	50 q8h	50 q6h	50 q6h
AMP-sulbactam					100~300 div q6h
Amoxicillin po				30 div bid	25~50 div bid
Amox-Clav po			30 div bid	30 div bid	45 or 90 (AM/CL-HD) div bid if over 12wks
Dicloxacillin					12~25 div q6h
Mezlocillin	75 q12h	75 q8h	75 q12h	75 q8h	75 q6h
Natcillin, oxacillin IV	25 q12h	25 q8h	25 q8h	37 q8h	37 q6h (to max, 8~12 gm per day)
Piperacillin, PIP-tazo IV	50 q12h	100 q12h	100 q12h	100 q8h	100 q6h
Ticarcillin, T ctav IV	75 q12h	75 q8h	75 q8h	75 q6h	75 q6h

DRUG	DOSES IN MG PER KG PER DAY OR MG PER KG AT FREQUENCY INDICATED ¹				
	BODY WEIGHT <2000 gm		BODY WEIGHT >2000 gm		>28 DAYS OLD
	0-7 days	8-28 days	0-7 days	8-28 days	
Tinidazole					>Age 3: 50 mg/kg for 1 dose
Penicillin G, U/kg IV	50,000 q12h	75,000 q8h	50,000 q8h	50,000 q6h	50,000 units/kg per day
Penicillin V					25-50 mg per kg per day div q6-8h
Rifampin IV, po	10 q24h	10 q24h	10 q24h	10 q24h	10 q24h
Sulfisoxazole po					120-150 mg/kg per day div q4-6h
TMP-SMX po, IV; UTI: 8-12 TMP component div bid; Pneumocystis: 20 TMP component div q6h					
Tetracycline po (age 8 or older)					25-50 div q6h (>7yr old)
Doxycycline po, IV (age 8 or older)					2-4 div bid to max of 200 (>7yr old)
Vancomycin IV	12.5 q12h	15 q12h	18 q12h	22 q12h	40 div q6-8h, 60 for meningitis

¹ May need higher doses in patients with meningitis: see CID 39:1267, 2004

² With exception of cystic fibrosis, anthrax, and complicated UTI, not approved for use under age 18.

³ Not recommended in children with CNS infections due to risk of seizures.

* See page 3 for abbreviations

Table 17B—No Dosage Adjustment With Renal Insufficiency by Category

Antibacterials		Antifungals	Anti-TBc	Antivirals	
Azithromycin	Metronidazole	Andiulafngin	Rifabutin	Abacavir	Lopinavir
Ceftriaxone	Minocycline	Caspofungin	Rifapentine	Atazanavir	Nelfinavir
Chloramphenicol	Moxifloxacin	Itraconazole oral solution		Darunavir	Nevirapine
Ciprofloxacin XL	Nafcillin	Ketoconazole		Delavirdine	Raltegravir
Clindamycin	Pyrimethamine	Micafungin		Efavirenz	Ribavirin
Doxycycline	Rifaximin	Voriconazole, po only		Enfuvirtide ⁵	Saquinavir
Linezolid	Tigecycline			Fosamprenavir	Tipranavir
				Indinavir	

¹Enfuvirtide: Not studied in patients with CrCl <35 mL/min DO NOT USE

Table 18—Antimicrobials and Hepatic Disease Dosage Adjustment*
The following alphabetical list indicates antibacterials excreted/metabolized by the liver wherein a dosage adjustment may be indicated in the presence of hepatic disease, Space precludes details; consult the PDR or package inserts for details, List is not all-inclusive:

Antibacterials		Antifungals	Antivirals [§]	
Ceftriaxone	Nafcillin	Caspofungin	Abacavir	Indinavir
Chloramphenicol	Rifabutin	Itraconazole	Atazanavir	Lopinavir/ritonavir
Clindamycin	Rifampin	Voriconazole	Darunavir	Nelfinavir
Fusidic acid	Synercid**		Delavirdine	Nevirapine
Isoniazid	Telithromycin		Efavirenz	Rimantadine
Metronidazole	Tigecycline		Enfuvirtide	Ritonavir
	Tinidazole		Fosamprenavir	

[§] Ref. on antiretrovirals: CID 40:174, 2005 **Quinupristin/dalfopristin –Telithro: reduce dose in renal & hepatic failure

Table 19—Treatment of Capd Peritonitis in Adults*
(*Periton Dial Intl* 20:396, 2000)²

EMPIRIC Intraperitoneal Therapy:^a Culture Results Pending

Drug		Residual Urine Output	
		<100 mL per day	>100 mL per day
Cefazolin +	Can mix in same bag	1 gm per bag, q24h	20 mg per kg BW per bag, q24h
Ceftazidime		1 gm per bag, q24h	20 mg per kg BW per bag, q24h

Drug Doses for SPECIFIC Intraperitoneal Therapy—Culture Results Known, NOTE: Few po drugs indicated

Drug	Intermittent Dosing (once per day)		Continuous Dosing (per liter exchange)	
	Anuric	Non-Anuric	Anuric	Non-Anuric
Gentamicin	0.6 mg per kg	↑ dose 25%	MD 8 mg	↑ MD by 25%
Cefazolin	15 mg per kg	20 mg per kg	LD 500 mg, MD 125 mg	LD 500 mg, ↑ MD 25%
Ceftazidime	1000~1500 mg	ND	LD 250 mg, MD 125 mg	ND
Ampicillin	250~500 mg po bid	ND	250~500 mg po bid	ND
Ciprofloxacin	500 mg po bid	ND	LD 50 mg, MD 25 mg	ND
Vancomycin	15~30 mg per kg q5~7 days	↑ dose 25%	MD 30~50 mg per L	↑ MD 25%
Metronidazole	250 mg po bid	ND	250 mg po bid	ND
Amphotericin B	NA	NA	MD 1.5 mg	NA
Fluconazole	200 mg q24h	ND	200 mg q24h	ND
Itraconazole	100 mg q12h	100 mg q12h	100 mg q12h	100 mg q12h
Amp-sulbactam	2 gm q12h	ND	LD 1 gm, MD 100 mg	ND
TMP-SMX	320/1600 mg po q1~2 days	ND	LD 320/1600 mg po, MD 80/400 mg po q24h	ND

CAPD = continuous ambulatory peritoneal dialysis

¹ Ref, for NRTIs and NNRTIs: *Kidney International* 60:821, 2001

² All doses IP unless Indicated otherwise.

LD = loading dose, MD = maintenance dose, ND = no data; NA = not applicable—dose as normal renal function, Anuric=<100mL per day, non-anuric=>100mL per day

³ Does not provide treatment for MRSA. If Gram-positive cocci on Gram stain, include vancomycin.

* See page 3 for other abbreviations

Kyunghee Manual of Internal Medicine - 내분비·신장 -

발행처: 경희의대 내과학술사업단
서울시 동대문구 회기동 1번지

발행인: 임 천 규

편집인: 우 정 택

발행일: 2010년 5월 27일

인쇄처: 청 운

서울시 중구 남학동 22-11번지

ISBN: 978-89-93765-18-2 94510

978-89-93765-17-5 (세트)

