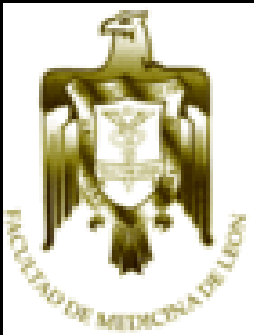


# CETOACIDOSIS DIABETIVA

---

Dr. Juan Francisco García Regalado  
Guadalajara, México





# INTRODUCCION.

---

- A pesar de haber guías de manejo reportadas el manejo de cada uno de los pacientes depende del hospital y sus escuelas.

# FISIOPATOLOGIA



- Deficiencia de la insulina  $\Rightarrow$   $\uparrow$  catecolaminas, HGH y cortisol.
- Hormonas  $\Rightarrow$  producción de glucosa hepática a través de la glucogenolisis y la gluconeogénesis.
- Hipersecretorismo proteínico  $\Rightarrow$  AA para la gluconeogénesis.
- $\uparrow$  catecolaminas y  $\downarrow$  insulina  $\Rightarrow$   $\downarrow$  captación  $C_6H_6O_6$  periférica y hay estado paradójico de hambre.



# FISIOPATOLOGIA

- Hiperglicemia  $\Rightarrow$  glucosuria con diuresis osmótica  $\Rightarrow$  deshidratación.
- Deshidratación  $\Rightarrow$   $\downarrow$  PR  $\Rightarrow$   $\uparrow$  hiperglicemia en especial en los pacientes con HHNC.
- Catecolaminas, cortisol y escasa insulina activan la enzima rompedora de AG  $\Rightarrow$  liberación AG.
- AG + glucagon  $\Rightarrow$  CC
- CC +  $\downarrow$  PR  $\Rightarrow$   $\uparrow$  CC en la sangre.

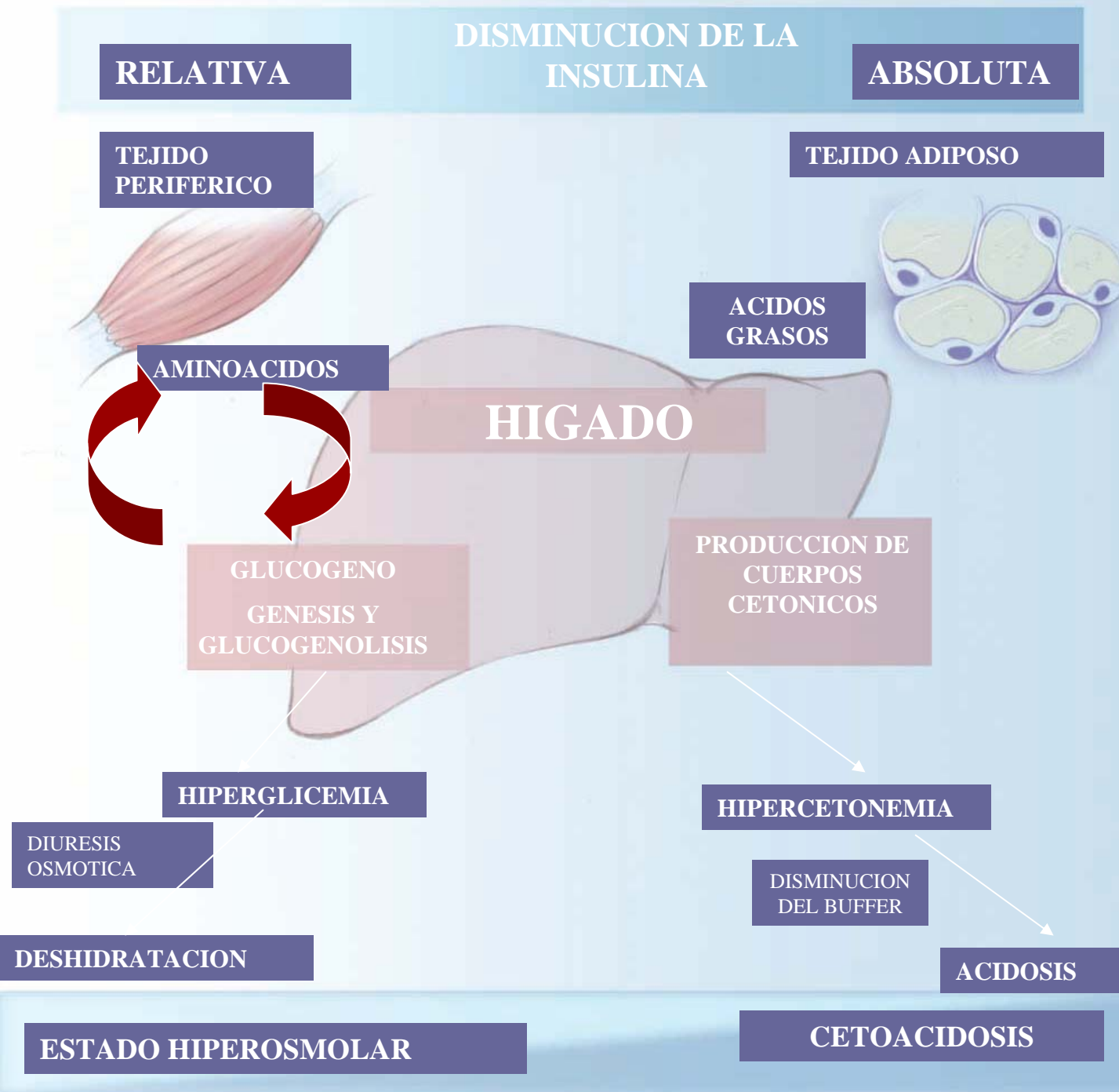
# FISIOPATOLOGIA

---



- La producción de acidosis es secundaria a la producción de BOH butirato y ácido acetoacético. Los cuerpos cetónicos que circulan en su forma anionica van a ser los responsables de elevar el anion gap. Característica de la CAD.

Diagnosis and treatment of diabetic ketoacidosis and the hyperglycemic hyperosmolar state. Chiasson JL, Aris-Jilwan N, Belanger R, Bertrand S. CMAJ2003;168(7):859-66



# DIAGNOSTICO

---



- Los síntomas son predecibles al saber la fisiopatología.
- Hiperglicemia lleva a poliuria y polidipsia con diversas características hemodinámicas.
- Que puede llevar de características clínicas normales a colapso circulatorio.
- Si se agrega la presencia de sepsis se conducirá a choque.

**Endocrine emergencies.**

M W Savage, P M Mah, A P Weetman, J Newell-Price

# DIAGNOSTICO

---



- Las cetonas provocan el olor a frutas.
- Acidosis con anion gap  $\uparrow$  a la presencia de alcalosis respiratoria y con la presencia de taquipnea.
- Niveles  $\uparrow$  de catecolaminas, cortisol, hormona de crecimiento a un  $\uparrow$  en la resistencia a la insulina.



# DIAGNOSTICO

---



- La información clínica puede dar una idea preliminar sobre el tipo de descompensación,
- Usualmente la CAD se desarrolla en personas mas jóvenes, con DM1 o insulino requiriente y normalmente en aprox 24hrs o menos.

# CUADRO CLINICO

---



- Las POLIS
  - Poliuria
  - Polidipsia
  - Polifagia.
- Olor a cetonas.
- Dolor abdominal puede simular abdomen agudo.
- Respiración de Kussmaul.
- Signos de Choque.
- Alteraciones mentales.



# Diagnóstico

---

- El 25% de los pacientes con DM debutante se presentarán con un episodio de CAD.
- Algunos tendrán una cetoalcalemia, principalmente los que llevan vomitando varios días.

# DIAGNOSTICO

---



- 25% se presenta con vómito de pozos de café y con prueba de guayaco +.
- La endoscopia se ha correlacionado con gastritis erosiva.
- A pesar de que la mayoría tienen infección, ellos se encuentran normotérmicos, la hipotermia relaciona pobre px.

Hyperglycemic Crises in Diabetes.

AMERICAN DIABETES ASSOCIATION  
DIABETES CARE, 27, SUP 1, JAN 2004

# DIAGNOSTICO

---



- Confirmar 3 condiciones.
- Glicemia central  $>200\text{mgrs/dl}$  ( $11.1\text{mmol}$ )  
usualmente  $>270\text{mgrs}$  ( $15\text{mmol}$ ) y  
 $<800\text{mgrs/dl}$  ( $44\text{mmols}$ )
- Cetonemia.
- Acidosis ( $\text{pH} < 7.3$ ) con  $\text{HCO}_3 < 15\text{mmols}$ .
- Detectores modernos están identificando  
BOHbutirato en forma temprana.

# DIAGNOSTICO

---



- En ocasiones la presentación clínica no es típica y retrasa el dx y por ende el tx.
- La medición de pH venoso como parte de la evaluación paraclínica puede acortar el tiempo y correlaciona con el dx y px.

# Dx. Laboratorios.

---



- Leucocitosis proporcional al # de CC.
- [Na] esta ↓ debido al intercambio del agua intracelular al extracelular.
- A veces [Na] está ↓ por hipertrigliceridemia.
- [K] puede estar ↑ por el intercambio debido a deficiencia de insulina, acidemia e hipertonicidad.
- Amilasa puede estar elevada.

Hyperglycemic Crises in Diabetes.

AMERICAN DIABETES ASSOCIATION  
DIABETES CARE, 27, SUP 1, JAN 2004

# Dx Laboratorios.



Déficit comunmente encontrados

	CAD	EIH
Agua ml/kg	100 (7lts)	100-200 (10.5lts)
Na mmol/kg	7-10 (490-700)	5-13 (350-910)
K mmol/kg	3-5 (210-300)	5-15 (350-1050)
Cl mmol/kg	3-5 (210-350)	3-7 (210-490)
P mmol/kg	1-1.5 (70-105)	1-2 (70-140)
Mg mmol/kg	1-2 (70-140)	1-2 (70-140)
Ca mmol/kg	1-2 (70-140)	1-2 (70-140)

Características usualmente encontradas.

	CAD	EIH
GLUCOSA(MGRS/DL)	>350	>700
Na	<130	140
K	4-6/6	>5
CHO3	<10	>15
BUN	25-50	>50
Cetonas Sr	prese ntes	ausen tes

Medicina de Urgencias.Rosen, 5 ed. Edit Elsierv Science  
Pag:1751.



# LABORATORIOS



- La determinación de los niveles de  $\text{CHO}_3$  venoso muestra un valor estrecho de correlación con los valores arteriales en límites del 95%. Por lo que la estimación del bicarbonato venoso es un sustituto aceptable en la medición arterial.



# FORMULAS UTILES

- Osm:  $2(\text{Na}+\text{K})+\text{glucosa}/18+\text{BUN}/28$
- Osm:  $2(\text{Na}+\text{K})+\text{gluc}/18+\text{urea}/6$
- Osm efectiva:  $2(\text{Na}+\text{K})+\text{Gluc}/18$
- Déficit de líquidos X Na =  $\text{ACR}-\text{ACT}$
- $\text{ACT} = \text{peso} \times 0.6$
- $\text{ACR} = (\text{Na}_{\text{real}}/\text{Na}_{\text{ideal}}) \times \text{ACT}$
- $\text{Def H}_2\text{O} = 0.6 \times \text{peso} (1 - (140/\text{Na}_{\text{real}}))$
- $\text{Def H}_2\text{O} = 24 [1 - (\text{osm del paciente}/280)]$



# FORMULAS UTILES

---

- $\text{Na real} = \text{Na medido} + (\text{glucosa}/4)$
- $\text{Na real} = 1.6 \times \text{c100mgrs por } \uparrow \text{ de } 100\text{mgrs.}$
- $\text{Anion gap} = \text{Na} - (\text{Cl} + \text{HCO}_3)$
- $\text{K real} = 0.6\text{mE menos } X \text{ cada } 0.1\text{UI de } \downarrow \text{pH}$

Medicina de Urgencias. Rosen  
5 ed. Edit Elsierv Science Pag:1751.

Manual de Medicina Intensiva. 2  
edición. Harcourt.

Manual de Terapéutica  
Médica. Salvador Subirán.  
4ed. Edt McGrawHill

# CLASIFICACION



	CETOACIDOSIS		
	LEVE	MODERADA	SEVERA
GLUCOSA sérica	>250mgrs/dl	>250	>250
pH arterial	7.25-7.30	7.24-7.00	<7.00
HCO <sub>3</sub> meq/l	15-18	10-15	<10
Cetonas urinarias	+	+	+
Cetonas séricas	+	+	+
Osm efectiva	variable	variable	variable
Anion gap	>10	>12	>12
Edo de alerta	despierto	Despierto/ somnoliento	estuporoso/ coma

Hyperglycemic Crises in Diabetes.

American Diabetes Association Diabetes Care, 27, Sup 1, Jan 2004

# FACTORES PRECIPITANTES

---



- Infecciones.
- Falla en el tratamiento.
- IAM
- Depresión.
- EVC
- Pancreatitis.
- Medicamentos como corticoides, tiacidas, calcio bloqueadores, betabloqueadores, etc.

# CRITERIOS DE INGRESO

---



- Cetoacidosis diabética mod y severa.
- La mayoría requieren de hospitalización en terapia intensiva.
- La CAD leves pueden egresarse si:
  - Los familiares son confiables
  - Las causas de precipitación no son hospitalizables.
  - Se toman medidas de seguimiento cuidadoso.

# TRATAMIENTO

---



- Mas rápido
- Mas resolutivo.
- Mas efectivo

A

B

C

D

# TRATAMIENTO

---



- El tx exitoso requiere corrección de:
- Deshidratación.
- Hiperglicemia.
- Déficit electrolíticos.
- Comorbidos.
- E IDENTIFICAR CAUSA DESENCADENANTE.

Hyperglycemic Crises in Diabetes.

AMERICAN DIABETES ASSOCIATION  
DIABETES CARE, 27, SUP 1, JAN 2004



# TX LIQUIDOS.

---



- El objetivo de líquidos es expandir el volumen intra y extracelular y mejorar la PR.
- En ausencia de alteraciones cardiacas se infunden 15-20ml/kg/hr para expandir VSC.
- Los líquidos subsiguientes dependen del estado de hidratación, ES y uresis.

# Tx. LIQUIDOS

---



- Los líquidos deben empezar a infundirse con salina al 0.9% a menos que haya choque cuando se utilizarán coloides.
- Usualmente 1lt/hr en las primeras 2 horas.
- Muchos recomiendan que no se use insulina hasta la hidratación completa. No se ha encontrado evidencia de su uso.

# TX LIQUIDOS.

---



- Las soluciones al 0.45% son apropiadas si las [Na] son normales o  $\uparrow$ .
- Las soluciones al 0.9% son apropiadas si el nivel de Na es normal o  $\downarrow$ .
- Las correcciones de los líquidos se realizarán evitando se caiga la osmolaridad a + de 3mosm/kg/hr

# TX LIQUIDOS

---



- Cálculos de líquidos.
- El déficit de líquidos es calculado por:
- $24 [1 - (\text{osm del paciente} / 280)]$
- El algoritmo recomendado es reemplazar la mitad del déficit durante las primeras 8hrs y el remanente en las siguientes 16.

Impact of a critical pathway on inpatient management of diabetic ketoacidosis

# RESUMEN LIQ

---



- Corregido Volumen:
- Na normal o alto: NaCl 0.45% 5-15ml/hr
- Na bajo: NaCl 0.9% 5-15ml/hr
- Cuando Glicemia <250: Sol glucosada 5%+NaCl 0.45%(Hartmann Pain)
- Mantener uresis posterior a recuperación de vol a 30-50cc/hr

# TX LIQUIDOS

---



- Factores de riesgo para desarrollar edema cerebral.
  - Altas concentraciones de urea.
  - Bajos niveles de pCO<sub>2</sub>
  - Tratamiento con bicarbonato.

El uso del bicarbonato es controvertido y solo se recomienda en acidosis severas con pH<6.9

# TX INSULINA

---



- A menos que la CAD sea moderada el uso de insulina rápida en infusión es la elección.
- Se da un bolo inicial de 0.15UI/kg y posteriormente una infusión de 0.1 UI/kg

Hyperglycemic Crises in Diabetes.

AMERICAN DIABETES ASSOCIATION  
DIABETES CARE, 27, SUP 1, JAN 2004

# TX INSULINA



- Excluida la hipokalemia, se comienza IR en bomba de infusión a dosis de 0.1 UI/kg. Para ↓ la glicemia de 50-75mgrs/dl/hr (3-5mmol/hr).
- Si a la hr el nivel de glicemia no ha ↓, se revisa el edo de hidratación y de ser este adecuado se doblará la dosis cada hr hasta que ↓.

**Hyperglycemic Crises in Diabetes.**

American Diabetes Association Diabetes Care, 27, Sup 1, Jan 2004



# TX INSULINA



- Con glicemia ↓ a 250mgrs/dl se ↓ la dosis a 0.05 ó 0.1UI de IR y se comienza sol glucosada 5-10%.
- Labs deben de ser monitorizados c/4 a 6 hrs.
- No es necesario tomas seguidas de GSA, solo determinaciones de pH venoso, que es 0.03UI mas ↓ que el arterial.

Hyperglycemic Crises in Diabetes.

AMERICAN DIABETES ASSOCIATION  
DIABETES CARE, 27, SUP 1, JAN 2004



# Tx de Continuación.

---

- Paciente en AHNO;
- Continuar la insulina IV y el remplazo de líquidos con suplementos de IR SC c/4hrs.
- En adultos  $\uparrow$  de 5UI c/ 50mgrs/dl en los  $\uparrow$   $>150$ mgrs hasta 20UI para las glicemias  $>300$ mgrs/dl.

# Tx de Continuación

---



- Paciente capaz de comer, multiples dosis de combinadas de IAR y/o IAC e IAI o ILA se necesitan.
- Se continuar la infusión 1 a 2 hrs posterior a que el nuevo esquema se ha comenzado.

Hyperglycemic Crises in Diabetes.

AMERICAN DIABETES ASSOCIATION  
DIABETES CARE, 27, SUP 1, JAN 2004



# Tx de continuación

---

- Conocidos con DM1 pueden continuar recibiendo la dosis que ellos habían recibido antes.
- Los dx como nuevos, la dosis inicial debe ser de 0.5-1.0U/kg/día en un régimen que incluya IAC e IAL hasta que se encuentre la dosis óptima.
- Algunos pacientes con DM2 pueden ser egresados con HGO y dieta.

Hyperglycemic Crises in Diabetes.

AMERICAN DIABETES ASSOCIATION  
DIABETES CARE, 27, SUP 1, JAN 2004

# Tx insulina

---



- Si la CAD es moderada se debe recibir una dosis inicial de 0.4-0.6UI de IRSC, la mitad IV y la mitad IM o SC.
- Luego bolos de 0.1UI/kg SC o IV.

# TX INSULINA

---



Escala de infusión de insulina

Nivel de glucosa    Unidades por hora

306	6
198–304.5	4
160—196.4	3
126–158	2
72–124	1
<72	0 (or 0.5)

# TX. INSULINA

---



- La insulina debe continuar hasta que el bicarbonato este normal, el paciente este comiendo y este bebiendo.

# TX DE INSULINA

---



- El uso de la misma debe continuar hasta que se solucione la CAD y se recupere el estado de despierto.
- Toma + tiempo corregir la cetonuria que la hiperglicemia debido a que el BOHbutirato es convertido a ácido acetoacético, la corrección de la cetonuria es subestimado por los métodos de lab convencionales.



# CRITERIOS DE RESOLUCION

---

- Glucosa <200mgrs/dl
- HCO<sub>3</sub> >18meq/lt
- pH venoso >7.30



# TX Bicarbonato.

---

- Su uso es controvertido.
- Se ampara en que la acidosis contribuye a la mala función sistémica.
- Los estudios no apoyan su uso.
- Hay mas posibilidad de perjuicio que de beneficio.
- Se recomienda su uso si pH es  $<7.0$  posterior a una hora de reemplazo adecuado de líquidos a ritmo de  $44.6\text{mmol/hr}$ .

# TX Bicarbonato

---



- Beneficios potenciales.
- Reducir la irritabilidad cardiaca.
- Mejora el comfort respiratorio.
- Reduce la carga intravenosa de cloro.

# TX BICARBONATO

---



- Potenciales daños:
- Posible hipokalemia y arritmias.
- Exacerbacion de la acidosis intracelular e intracerebral secundaria a la habilidad del CO<sub>2</sub> de cruzar las membranas de las células y la barrera hematoencefálica.



# ELECTROLITOS Potasio

---

- El tx con insulina y líquidos lleva a  $\downarrow$ [K].
- $\downarrow$  es condicionado por su entrada al interior de la célula.
- El reemplazo debe comenzar cuando los [K]  $\downarrow$  a  $<5\text{mmol/l}$ .
- Se recomienda  $20\text{meq/l}$  si se encuentra entre 4-5
- Si [K] es de 3.3 o  $<$  se repone inmediatamente junto con la corrección de líquidos antes de empezar con insulina.

# Electrolitos. Potasio

---



- Se infunden 20meql/lit de solución en 2/3 de KCl y 1/3 de fosfato de potasio si los niveles estan entre 4 y 5me/lit.

Hyperglycemic Crises in Diabetes.

AMERICAN DIABETES ASSOCIATION  
DIABETES CARE, 27, SUP 1, JAN 2004

# ELECTROLITOS Potasio

---



- Se debe checar el K cada hr, debido a que los cambios mas frecuentes ocurren en las primeras 5hrs.
- Luego se puede medir cada 4-6hrs.



# ELECTROLITOS Fosfato

---

- Su efecto es puramente teórico.
- Se supone uso para disminuir complicaciones como depresión respiratoria, debilidad muscular, anemia hemolítica y disfunción cardiaca.
- Los estudios no apoyan su uso.



# BIBLIOGRAFIA

---

**Impact of a critical pathway on inpatient management of diabetic ketoacidosis.** Ilag a L , Kronick b,S ,. Ernst R,y cols. *Diabetes Research and Clinical Practice* 62 (2003) 23/32.

**Diagnosis and treatment of diabetic ketoacidosis and the hyperglycemic hyperosmolar state.** Chiasson JL, Aris-Jilwan N ,Bélange R, Bertrand S. *CMAJ*2003;168(7):859-66

**Endocrine emergencies.** M W Savage, P M Mah, A P Weetman, J Newell-Price. *Postgrad Med J* 2004;80:506–515.

**Hyperglycemic Crises in Diabetes.** AMERICAN DIABETES ASSOCIATION *DIABETES CARE*, 27, SUP 1, JAN 2004

**Agreement between bicarbonate measured on arterial and venous blood gases.** Kelly Ross McAlpine and Elizabeth Kyle. *EMA* (2004) 16, 407–409

**Diagnostic delays of adult patients admitted to hospital with diabetic ketoacidosis.** Dissanayake, AM.;Gamble,G.; Baker, JR. *Diabetic Medicine* ,21 , 290–291

**Manual de Urgencias médicas.** 1 ed. Inédito.Dr. Jaime Ruiz

**Manual de Terapéutica Médica.** Salvador Subirán. 4ed. Edit McGrawHill

**Manual de Medicina Intensiva.** 2 ed. Edit Harcourt.

**Medicina de Urgencias.** Rosen 5 ed. Edit Elsierv Science Pag:1751.

**Current Emergency.** Diagnostic and Treatment. 5 Edition. Ed McGrawHill