

توازن السوائل Fluids Balance

تعريف :

التناضح (الحلول) Osmosis :

هو حركة جزيئات الماء عبر غشاء نصف نفوذ من المنطقة ذات التركيز الأدنى من الذوائب إلى المنطقة ذات التركيز الأعلى .

الأوزمول Osmole :

هو عدد الجزيئات (moles) الفعالة حولياً ضمن المحلول .
أو بمعنى آخر هو عدد الجزيئات التي تساهم في الضغط الحولي للمحلول.

الأوزمولاليتي (الحلوية) Osmolality :

هي عدد الأوزمولات من المادة المذابة في كيلو غرام من المحلول .

الأوزمولاليتي (التناضحية) Osmolarity :

هي عدد الأوزمولات من المادة المذابة في ليتر واحد من المحلول .

وتبلغ قيمة حلوية البلازما بين (280-320) ميلي اوزمول/ كغ .

التوترية (الضغط الحولي الفعال) Tonicity :

هي فرق الضغط الأوزمولي الفعال بين محلولين يفصل بينهما غشاء نصف نفوذ .
أو بمعنى آخر هي التركيز النسبي للمحلول الذي يحدد الاتجاه و مدى الانتشار .

يكون الفرق بين الحلوية و التوترية بأن جميع الذوائب تساهم في إحداث الحلوية بينما فقط الذوائب التي لا تعبر الغشاء نصف النفوذ (الغشاء الخلوي) تساهم في إحداث التوترية .

مقدمة :

لمعرفة كمية الماء الموجودة في جسم الإنسان تم الاعتماد على طريقة (تمديد العناصر المشعة) حيث يعطى الشخص مادة مشعة تتوزع في كل أوساط الجسم و تمر بجرية عبر الأغشية الخلوية حيث يتساوى تركيزها في كل سوائل الجسم .
بعد ذلك نقيس درجة تمدد المادة المشعة في أحياز الجسم و نحسب حجم الماء .

توزع ماء الجسم :

يشكل الماء حوالي 60 % من وزن الجسم عند شخص ذكر بالغ بينما يشكل حوالي 55 % من وزن الجسم عند أنثى بالغة لأن المناطق الدهنية في الجسم تحوي كمية أقل من الماء .

و ينخفض مقدار الماء في جسم المسنين إلى 50 % من وزن أجسامهم .

و يتوزع ماء الجسم (حوالي 42 ليتر) ضمن نطاقين رئيسيين :

أولاً : السائل خارج الخلوي : Extra Cellular Fluid (ECF)

ويشكل حوالي 1/3 ماء الجسم الكلي (14 ليتر) ويقسم الى :

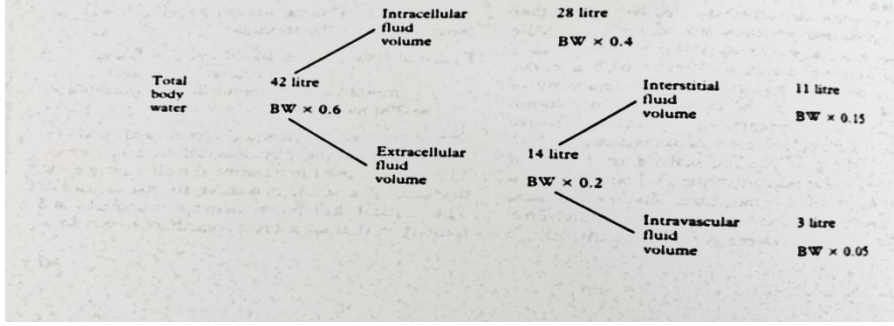
- 1 . السائل الخلالي : ويشكل حوالي 3/4 السائل خارج الخلوي (11 ليتر) .
- 2 . السائل داخل الأوعية : ويشكل حوالي 1/4 السائل خارج الخلوي (3 ليتر) .

ثانياً : السائل داخل الخلوي : (ICF)

ويشكل 2/3 ماء الجسم الكلي (28 ليتر) .



Table 22.1 Distribution of total body water related to body weight (BW).



تركيب ذوائب أحياء الجسم :

أولاً : السائل خارج الخلوي : ECF

إن الضغط الأوزمولي للسائل داخل وخارج الوعائي متساويان في حالة التوازن لأن الماء يتحرك بسهولة بين هذين الحيزين ولأنه لا يوجد فرق في تركيز مختلف الشوارد بين الحيزين داخل الوعائي (البلازما) والخلاي لأن البطانة الوعائية نفوذة بشكل كامل لعبور الماء والكاتيونات (Na+) و الأنيونات (Cl-) والعديد من المواد المذابة مثل الجلوكوز و البولة باستثناء البروتين الذي يتصرف كأيون غير قابل للانتشار .

ثانياً : السائل داخل الخلوي : ICF

- إن الكاتيون الرئيسي هنا هو (K+) والأنيون الرئيسي هو (HPO4--) .
- و إن الغشاء الخلوي نصف نفوذ بشكل إنتخابي لمختلف الشوارد و نفوذ بشكل كامل للماء .
- إن الضغط الأوزمولي للسائل داخل وخارج الخلوي متساويان في حالة التوازن لأن الماء يتحرك بسهولة بين هذين الحيزين . وهذا الجدول يوضح تركيز ذوائب أحياء الجسم السائلة الرئيسية (بالممول /ل)

Solute		Solute	
Na ⁺ 10	HPO ₄ ⁻	Na ⁺ 140	Cl ⁻ 114
K ⁺ 150	SO ₄ ⁻	K ⁺ 4	HCO ₃ ⁻ 30
Mg ⁺⁺ 4	HCO ₃ ⁻		
	Prot ⁻		
} 150			
Water ←		→ Water	
ICFV		ECFV	

ملاحظات :

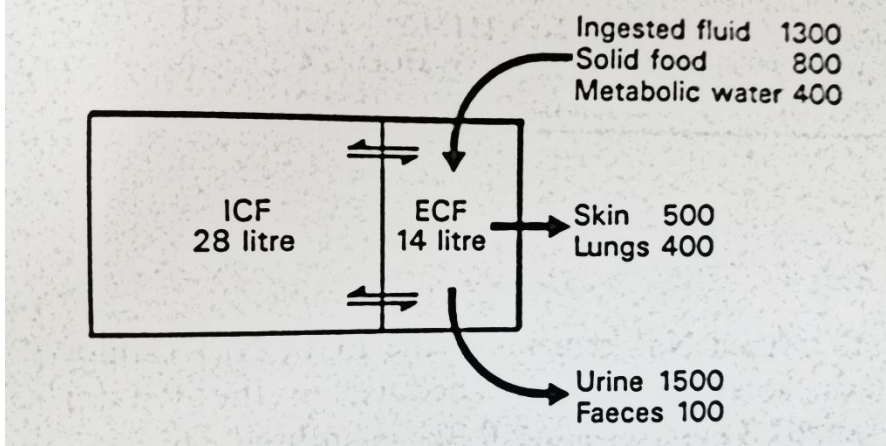
- الحلولية متساوية بالطرفين داخل وخارج الخلية وهذا مهم جداً للحفاظ على حياة الخلية .
- الحلولية متساوية بالرغم من اختلاف نوع وعدد الجزيئات والشوارد بالطرفين وذلك لأن عدد الجزيئات والشوارد الفعالة حلوياً (أوزموياً) هي نفسها بالطرفين .
- إن الماء بشكل عام ينتقل بين أحياء الجسم بسهولة و بسر حسب الحاجة و حسب الفروق الحلولية و الضغط بين مختلف الأحياء .

توازن الماء :

- إن التغيرات اليومية الطارئة على ماء الجسم هي تغيرات ضئيلة جدا بسبب التوازن الواقع بين :
 - الوارد المضبوط بآليات العطش
 - الصادر المضبوط بنظام الكالبية والهرمون المضاد للإدرار (ADH) .
- إن التغيرات التي تطرأ على سوائل الجسم أول ما تظهر على السائل خارج الخلوي و إذا استمرت المشكلة أو المرض فيمكن أن تشمل التغيرات السائل داخل الخلوي فيما بعد .

- إن المصادر الرئيسية لماء الجسم هي السوائل المتناولة و ماء الطعام الصلب و الماء الذي ينتج كحصىلة نهائية لعمليات الاستقلاب كذلك فإن السوائل الوريدية تعد مصدراً آخر للماء لدى مرضى المشافي .
- أما ضياع الماء فيكون على شكل إما ضياعات محسوسة من الكليتين و الجهاز الهضمي أو ضياعات غير محسوسة من الجلد و الرئتين .
- تفرز يوميا حوالي (5) لترات من السوائل إلى الأمعاء على شكل لعاب و صفراء و عصارات هاضمة ولا يخرج منها سوى / 100 / مل من السائل مع البراز .
- عندما يحدث تبدل على أي من الأحياز الثلاثة فأول ما يظهر هذا التبدل على الحيز الدوراني ثم الحيز الخلالي واخيراً الحيز داخل الخلوي .

وهذا الرسم يبين توازن السوائل :



التبدلات اليومية للسوائل :

- كما ذكرنا سابقاً فإن التغيرات اليومية في ماء الجسم تحدث على حساب ECF وإن المحدد الرئيسي لحجم ECF هو شوارد الصوديوم .
- تعمل آليات توازن الماء معاً من أجل الحفاظ على تركيز الصوديوم خارج الخلوي و حجم السوائل خارج الخلوية بشكل طبيعي .
- إن الكمية الكلية للصوديوم (وليس تركيز الصوديوم) هي المحدد النهائي لحجم الحيز خارج الخلوي بمعنى إذا كان الصوديوم الكلي منخفض فيكون حجم السائل خارج الخلوي منخفضاً والعكس بالعكس ، فقد يكون تركيز الصوديوم مرتفعاً أو منخفضاً دون تغير في الكمية الكلية للصوديوم و ذلك عندما يكون هناك تغير في حجم السائل خارج الخلوي زيادة أو نقصاناً .
- إذا يمكننا الاستنتاج بأن وجود تغير في حجم الحيز خارج الخلوي يكون ناجم عن مشكلة في آليات تنظيم الصوديوم .
- ووجود تغير في تركيز الصوديوم خارج الخلوي يكون ناجم عن مشكلة في آليات تنظيم الماء .
- هناك جهازين رئيسيين يقومان بتنظيم صوديوم الجسم الكلي و بالتالي حجم الحيز خارج الخلوي :

أولاً : جهاز الرينين أنجيوتنسين - الدوستيرون :

حيث يمارس تأثيره على الأنبوب البعيد في الكلية فيعيد إمتصاص معظم الصوديوم و الماء .

ثانياً : البيبتيد الأنيني المدر للصوديوم :

و الذي يفرز من جدار الأذنية اليمنى للقلب بسبب تمددها الناتج عن زيادة الحمل الدوراني .

تركيب السيرومات البلورانية :

Table 22.2 Electrolyte contents of commonly used intravenous fluids		
Solution	Electrolyte content (mmol/litre)	Osmolality (mosmol/kg)
Saline 0.9% ('normal saline')	Na ⁺ 154 Cl ⁻ 154	308
Saline 0.45% ('half-normal saline')	Na ⁺ 77 Cl ⁻ 77	154
Glucose 4%/saline 0.18% (glucose-saline)	Na ⁺ 31 Cl ⁻ 31	284
Glucose 5%	nil	278
Compound sodium lactate (Hartmann's solution)	Na ⁺ 131 Cl ⁻ 112 K ⁺ 5 HCO ₃ ⁻ 29 Ca ²⁺ 4 (as lactate)	281

لاحظنا أن حلوية (محلول الغلوكوز 5%) هي 278 ميلي أوزمول / كغ وهو لايحوي أي شوارد ، لذلك عند نقل هذا المحلول إلى مريض ما فإن الغلوكوز يدخل إلى داخل الخلايا حيث يستقلب هناك .

قواعد يجب اتباعها عند تعويض السوائل :

القاعدة الأولى : كل الصوديوم المسرب يبقى في الحيز خارج الخلوي .

- محلول سالين 0.9 % مساوي الحولية (يدعى بالمحلول النظامي) :
لا يحدث أي تغير في حلوية (أوزمولية) السائل خارج الخلوي و بالتالي لا يحدث تبادل بين داخل و خارج الخلية و يبقى كل السائل المضاف في الحيز خارج الخلوي .
إذا السالين 0.9% يمدد فقط الحيز خارج الخلوي لذلك نستخدمه لتعويض مريض النزف في مراحل الأولى حيث يهمننا تعويض الحجم .
- محلول سالين 0.45 % ناقص الحولية (يدعى بالمحلول نصف النظامي) :
ينقص حلوية السائل خارج خلوي و بالتالي يحدث هجرة الماء من الحيز خارج الخلوي إلى الحيز داخل الخلوي .
لذلك يفيد في معالجة حالات التجفاف الخلوي .
- محلول سالين 1.8 % مرتفع الحولية :
يبقى الصوديوم في الحيز خارج الخلوي و بالتالي يرفع حلوية السائل خارج الخلوي و بالتالي هجرة الماء من الحيز داخل الخلوي إلى الحيز خارج الخلوي .
يفيد هذا المحلول في حالات الوذمة الخلوية .

القاعدة الثانية : إعطاء الماء بدون صوديوم يحدد ماء الجسم الكلي .

وبالتالي اعطاء محلول الغلوكوز 5 % يؤدي لدخول الغلوكوز مع 2/3 حجم الماء إلى داخل الخلايا فيستقلب الغلوكوز هناك و يبقى 1/3 الماء في السائل خارج الخلوي .

المتطلبات اليومية من السوائل :

إن تحديد المتطلبات اليومية من السوائل يقسم إلى ثلاث فئات :

1. المتطلبات اليومية العادية .
 2. تعويض الضياع غير الطبيعي بسبب المرض .
 3. إصلاح النقص المرافق أو السابق للعمل الجراحي .
- باستثناء الحالات المرضية فإن الضياع الطبيعي للماء والشوارد يكون بشكل أساسي عن طريق البول و بالضياع التبخري من الجلد و الرئتين .
 - يحدث ضياع كبير للسوائل أثناء العمل الجراحي بالإضافة إلى فترة الصيام قبل العمل الجراحي (5-6) ساعات على الأقل لذلك لا بد من تعويض هذه السوائل للمريض .
 - تستعمل عادة المواد المخدرة الاستنشاقية دون ترطيب لذلك يقع على عاتق الرئة وظيفة ترطيب الغازات المخدرة و بالتالي تستهلك كمية كبيرة من السوائل لذلك يجب تعويض هذه الكمية للمريض .

أولاً : المتطلبات اليومية العادية :

- # الماء : الحاجة اليومية 1 مل/كغ/ الساعة عند البالغين .
- # الصوديوم : الحاجة اليومية 1 ميلي مول/كغ عند البالغين .
- # البوتاسيوم : الحاجة اليومية 1 ميلي مول/كغ عند البالغين .
- # الحاجة اليومية لبالغ وزنه 70 كغ هي : (1500-2000) مل ماء + 70 ميلي مول لكل من الصوديوم والبوتاسيوم .

وإن هذه الحاجة اليومية يمكن تأمينها في الحالات المرضية على الشكل التالي :

- إعطاء 1500 مل محلول غلوكوز 5% + 500 مل محلول سالين 0.9% + بوتاسيوم . او
- إعطاء 2000 مل محلول غلوكوز 4% / محلول سالين 0.18% + بوتاسيوم .
- ويعطى البوتاسيوم على شكل كلورالبوتاسيوم بمعدل 1غ (13 ميلي مول) لكل 500 مل محلول .
- وإذا كان المريض مصاب بالسكري نقوم بتعديل مقدار السكر بالأنسولين .

ثانياً : الضياعات غير الطبيعية للماء :

إن هذه الضياعات شائعة عند المرضى الجراحيين و قد تكون هذه الضياعات محسوسة أو غير محسوسة ، علنية واضحة أو خفية .

- إن الضياع من الجهاز الهضمي أمر شائع كحالة النزح من الأنبوب الأنفي المعدي أو الإسهال أو الإقياء أو احتجاز السوائل ضمن لمعة الأمعاء كما في انسداد الأمعاء .
- وعلى الرغم من أن تركيب المفززات الهضمية متغير فإنه من الممكن الإعاضة عنها باستخدام محلول سالين 0.9% مع إعاضة البوتاسيوم على شكل KCl .
- أما إذا كانت الضياعات الهضمية ملحوظة وفائضة (أكثر من 1000 مل يومياً) فيجب عندها إرسال عينات من هذه المفززات لدراسة تركيبها الكيميائي والحيوي بحيث يمكن إعاضة الشوارد المفقودة بشكل جيد و دقيق .
- يزداد الضياع غير المحسوس من الجلد والرئتين في حال وجود الحمى وفرط التهوية وإن الضياع غير المحسوس الطبيعي الذي يعادل 0.5 مل/كغ/ساعة يزداد بنسبة 10-12% لكل إرتفاع درجة مئوية واحدة في حرارة المريض .
- يعد احتجاز السائل عند موقع الرض الجراحي شكلاً من أشكال ضياع السوائل و هو أمر شائع عند المرضى الجراحيين، وإن السائل المشابه للبللازما يحتجز في أية بقعة تصيبها أذية نسيجية ما و إن حجمه يتناسب مع اتساع رقعة و شدة الرض و من المفضل تسمية هذا السائل (الحيز الثالث) وليس من السهل قياسه ، وإن هذا السائل يعاد امتصاصه بعد (24 - 48) ساعة و يجب الانتباه إلى حجم السائل الذي يعاد امتصاصه للوقاية من (فرط الحمل) محتمل الحدوث .

ثالثاً : إصلاح النقص في السوائل السابق أو المرافق للعمل الجراحي :

تشمل حاجة المريض للسوائل في فترة العمل الجراحي كل ما يلي :

1. حاجة الاستمرارية الطبيعية من الماء .
2. حاجة الصيام .
3. تعويض الضياع الدموي :

- إن نقل الدم أثناء العمل الجراحي يعتمد على مقدار خضاب المريض قبل العمل الجراحي وعلى كمية الدم المسموح فقده (أكثر من 25% من حجم الدم المتوقع عند المريض) الذي يمكن قياسه بشكل تقريبي بقياس كمية الدم الموجودة في زجاجة الجهاز الماص و عدد الشنات والشاشات المبلولة بالدم .

و عند عدم إستطاعتنا معرفة مقدار الدم المفقود فيمكننا تقديره من خلال الأعراض والعلامات الظاهرة على المريض .
ويمكن تقدير حجم الدم الواجب نقله إلى المريض بالمعادلة التالية :

(الهيماتوكريت المرغوب به - الهيماتوكريت الحالي) × حجم الدم عند المريض ÷ هيماتوكريت الدم المنقول .

- إن كمية الدم عند إنسان سليم تقدر بـ 60 مل/كغ عند الأنثى البالغة .

- 70 مل/كغ عند الذكر البالغ .
- 80 مل/كغ عند الأطفال .
- 90 مل/كغ عند الرضع .

- يمكن تعويض حجم الدم المفقود عندما تكون نسبته اقل من 25% من حجم دم المريض المتوقع باستخدام المحاليل البلورانية كمحلول سالين النظامي وذلك بتسريب 3-4 أمثال حجم الدم المفقود من المحاليل البلورانية .

- و بشكل بديل يمكن إستخدام المحاليل الغروانية كمحلول الألبومين البشري و المحاليل الصناعية بكميات مساوية لكميات الدم الضائعة .

4. ضياع السائل خارج الخلوي ضمن الحيز الثالث :

يعوض ضياع الحيز الثالث عادة بإعطاء مركب لاكتات الصوديوم .

5. ضياع الماء من الجلد و الرئتين :

يعوض كما ذكرنا في الفقرة السابقة .

أما الفترة ما بعد العمل الجراحي :

فيجب إعطاء سوائل الإستمرارية الطبيعية ، وقد نضطر لاستخدام سوائل إضافية كمحلول سالين 0.9% أو مركب لاكتات الصوديوم في الظروف التالية :

- # عند استمرار ضياع الدم أو المصل من النازحات الجراحية .
- # عند استمرار ضياع السوائل من الجهاز الهضمي كما في حالة النزح عبر الأنبوب الأنفي المعدي أو بسبب النواسير .
- # بعد الجراحات الكبرى كإستئصال المعدة الكلي أو إصلاح أم الدم الأبهيرية حيث تتطلب الحالة إعطاء المزيد من الماء والشوارد لمدة (24-48) ساعة لإعاضة ضياع الحيز الثالث المستمر .
- # خلال فترة إعادة تدفئة المريض إذا كان قد تعرض للبرد الشديد أثناء العملية .

رد الفعل الإستقلابي للعمل الجراحي :

1. انحباس الصوديوم الذي قد يستمر لمدة (24-48) ساعة .
2. انحباس الماء ويبدو على شكل انخفاض في مقدار البول لعدة أيام .
3. زيادة في طرح البوتاسيوم .

و التفسير الوظيفي لهذه التغيرات الاستقلابية يقوم على أساس عصبي هرموني :



يفرض الفص الامامي للغدة النخامية هرمون ACTH الذي يحرض قشر الكظر على إفراز المزيد من هرمون الكورتيزول وهرمون الألدوستيرون المسؤول عن عودة امتصاص الصوديوم و طرح البوتاسيوم من الأنابيب الكلوية .
اما الفص الخلفي فيزيد من تحرر الهرمون المضاد للإدرار ADH بتأثير تنبيهات الألم من مكان الجراحة .

نتيجة لما تقدم :

فإنه يحدث تمدد في البلازما و بالتالي ينخفض تركيز الصوديوم كما يحدث نقص في إنتاج البول مع زيادة تركيز البوتاسيوم في البول و ارتفاع حليلته .

- تستمر الإستجابة للشدة الجراحية حوالي 24-72 ساعة وإن الإدرار الجيد هو من علامات الشفاء و انتهاء فترة الشدة .
- يحتاج مرضى القصور الكلوي تعويضاً دقيقاً ومحدداً للسوائل بالإعتماد على النتاج البولي .
- بصورة عامة يعطى المريض سوائل بمقدار (1.5-2) ليتر منها نصف ليتر سائل ملحي نظامي والباقي سائل سكري 5% .

تقدير وتقييم التجفاف :

التقييم السريري :

يرتكز على الزمن الذي مضى على إصابة المريض بضياح السوائل غير الطبيعي وعلى الفحص الذي يظهر مظاهر خاصة بالتجفاف :

- كالعطش .
- جفاف الأغشية المخاطية و الجلد و غوور العينين .
- هبوط الضغط و تسرع القلب الإنتصابيين .
- إنخفاض الضغط الوريدي المركزي .
- قلة النتاج البولي حيث أنه في حال وجود وظيفة كلوية جيدة فإن التجفاف عادةً ما يترافق مع نتاج بولي أقل من 0.35 مل كغ/ساعة .

التقييم المخبري :

- زيادة درجة التركيز الدموي (ارتفاع قيمة الهيماتوكريت) .
- زيادة تركيز الألبومين في الدم .
- زيادة حلولية البول .
- زيادة تركيز البولة الدموية في الدم .

درجات التجفاف :

إن درجة التجفاف قد توصف سريرياً بأنها (خفيفة – متوسطة – شديدة) حيث تترافق كل درجة مع نسبة معينة من فقد الماء قياساً لوزن الجسم .

خفيفة :

يكون الضياح بنسبة 4% من وزن الجسم (حوالي 3 ليتر لبالغ وزنه 70 كغ) وتترافق مع جفاف الأغشية المخاطية ونقص في ليونة الجلد و غوور العينين .

متوسطة :

يكون الضياح بنسبة (5-8)% من وزن الجسم (4-6) ليتر وهنا تظهر بالإضافة للعلامات السابقة علامات أخرى كهبوط الضغط و تسرع النبض الإنتصابيين و شح البول .

شديدة :

ضياح (8-10)% من وزن الجسم (حوالي 7 ليتر) والمظاهر الإضافية تشمل شح بول شديد وتأتي الوظيفة القلبية الوعائية (وهط دوراني) .

حالات إنحباس الماء في الجسم (التسمم بالماء Water intoxication) :

و تكون نتيجة زيادة إفراز الهرمون المضاد للإدرار ADH و/أو تناول كميات كبيرة من الماء أو إعطاء مقادير كبيرة من السوائل الوريدية السكرية .

و تبدأ أعراض التسمم بالماء عندما ينخفض تركيز الصوديوم دون 120 ميلي مول/ليتر في البلازما .
والأعراض السريرية تنتج عن نقص الصوديوم ونقص حلولية البلازما (وذمة دماغية – صداع - غثيان وإقياء- تغييم في الوعي- تخليط ذهني - فقدان التلاؤم مع المحيط – اختلاجات – سبات - وذمة رئوية) .

والعلاج يكون بإعطاء محلول ملحي مضاعف التركيز (1.8 – 2.7 %) بمقادير تتراوح بين (50-100) مل وريدياً .

انتهت المحاضرة