

W, *†, †, †, *

*M K I c., Sa D eg , Ca f a; †De a e f Rad a O c g , The U e f Te a Med ca B a ch, Ga e ; a d †M ch d a Re ea ch G , Sch f Ne g , Ne b g , a d P ch a , The Med ca Sch , The U e f Ne ca e T e, Ne ca e T e, U ed K gd

A e f 96 c e e DNA e e ce ha be g he hee a Af ca ha g (L1, L2, a d L3) a a a ed de e e f DNA ha e ed a a ec a c c . L e h d a e (LRT) e e ca ed h each f he ha g a d h c b ed ha g e e ce e . E ha bee c c - e, e he f he c d g eg f he c eg , c b ed e f Af ca ha g L DNA e e ce . I e f d d a ha g , L2 DNA h ed a fa ec a c c de a c d a d b h he c a d c d g eg . I c a , ha g L1 a d L3 e e ce, b h f he c d g a d c eg , h c c - e e . I c c e f d d a L2 bc ade, he L2a e e ce h ed a a ed a f c c - e e h he c d g eg . I add , he L2a a d L2c ba ch e gh f b h he c d g a d c eg e e h e ea e h e f he L2b a d L2d e e ce, a e ha d cae e e e f e e ce d e ge ce. Red ced ed a e a a e f he L2a e e ce d ca ed he cc e ce f a ed h a a e e he c eg . Af e c f he L2a a d L2c e e ce, Af ca DNA c d g eg e ha g ca de a ed f a ec a c c , de e he e f e a e ha d cae he ch d a c d g eg ha e ed de e a c d . I c a , c eg e c c - e a he ha g e e, a d h a ea ha ee ed e e a de e de f he c d g eg . The e f he c c e , he e a a e, a d he b a ch e gh c a a ca aga he e f e DNA c c .

I e ha 15 ea ce Ca , S e g, a d The a a ab f age e f c e e h a W (1987) b hed he a e hed d h ch DNA e e ce (e.g., I g a e a. 2000; He ad e he d e ge ce f DNA ec e d ffe e a a. 2002) de he f da f c ehe e a d a ed de e a de f he e f c ca e f he ec a c c de . I g a e a. (2000) a a ed a e f 53 c e e DNA e e ce f a e Af ca ~200,000 ea ag , ga ed f he e, d e e e h c g . The be ed ha c d g eg a e c f h d ha e bee cha e ged, a e a e e ce e ed acc d g a ec a c c , b ha a defe ded (a c ehe e a a a d d c f he c eg e a c c - e. T e a a e ca bef d Re e hf d [2001]).

A e e f he a ach ed b Ca , S e g, a d W (1987), a d f b e e de f h e, he he he h a ch d a ge e ha e ed a c c - e a e . The e f a DNA c c e he a e e h a e a d a d e a ha bee e ed e e a g d (G bb 1998; A a a 1999; Ga a d Ne 2003). Rece e he e a f e c e , -c c e a ce e e a a, c d g ae (e.g., Ze g e a. 1998; G e a. 2000; Y de a d Ya g 2000; S e a. 2002; Y , E h, a d L 2002; Ga a d Ne 2003). The e ge e a e f he he h a DNA e he e a de ha a bee e ga ed. The a a abe e de ce d cae ha hee f , a d e ha a , ch d a ge e ha bee e a (Ge be e a. 2001; Ra d 2001; M h a e a. 2003; M a e a d Ma a aa 2003; M a e , F a, a d Ma a aa 2003; Ne e a d Ya g 2003; E , T b , a d H e 2004).

(<http://www.who.int/csr/don/20060516/en/>). In addition, the 93 M K e e ce h ch a e ded the S e e a, M a e a e, he e ha g L2d a d he ha g L2c DNA e e ce a a, ed b, T e a. (2001; ee he g. 2) e e c ded he e e a a, e.

The e a a, e ed 11 Af ca DNA ha - g L bc ade (ab e 1), a d he e e ce e e a g ed he d ffe e bc ade he ba f he h, ge e c de f Sa a e a. (2002). L0a e e ce e e e c ded a a h, e c ha g L1, b L0 c de ed a e a e c ade ha c de he a ce a de f de h a (ee he d c .

a ege e a de f b ha he HKY de.
 M e a , c c e e e a e f ed de he
 c d f e a ab f d ege ce ae , beca e
 b a ch e g h a e de e a ed h f b
 a e a d, a a e , ec a c c e ca bec e
 c e a e (C gha , Zh , a d H 1998; Zha g
 1999; P ada 2001). Whe a e he e ge e c -
 a ed he c c e , Tee-P e de b
 a e a .d. "d a " (cha ge a e de e de a d
 de ca d b ed) f a d c e e ga a d b
 ha a a e e ed b α , he ha ed b a a e e
 (Ya g 1994). Whe α a ache , he a e
 e e a he a e a e.

A h a DNA e e ce, a f he L0a
 bc ade, ha bee ed a he g f he de
 e ed he e, a he ha a h a ae DNA
 e e ce. F c a , I g a e a. (2000) ed
 g a a d ch a ee DNA g e e ce
 he c c e , he ea T e a. (2001) ed a L0a
 g e e ce. The e a e a ea f
 ch ce f a a ec c g . F , a d a
 g e e ce e e be affec ed b
 a a a a d he c c e ca bec e
 c e a e a a e (B ha e a. 2000). The e a e
 g a d g c ce ha a e e e ce a e
 d eged f h a e e ce f c a f a e
 g (e.g., Whee e 1990, Madd , R , a d
 S ff d 1992). Sec d, he e e de ce ha he
 b ce DNA h ge a g
 d ffe e a e (e.g., E c f e a d Ya g 1999; Me e ,
 We , a d Hae e e 1999; We a d Hae e e
 2003). W h a h a a e g e e ce,
 he ef e, fa e fa c c e c d e f fa e f
 he g e e ce (h ca e, h a) e e
 acc d g a ec a c c f h ge e f
 e e ce e be ee he e ce.

F e DNA e e ce e , L1b a d L1c
 g e e ce e e ed, add a L0a
 g . The e f he c c e , a ca e , e e
 e e he ch ce f he g e e ce.

LRT ed a e e I e , h ch f
 a a e d e a e ec f he h he
 (c c - e e) he e (P ada 2001), a d
 a a da d B fe c ec a ed he e beca e
 each e e ce e a a a ed de e c -
 d . I e , he ec a c c de a
 ed f a e ha 0.0050 f a d d a
 e de e e e a "fa " g ca ce c - ff
 f 0.0500.

Red ced Med a Ne

Red ced ed a e e e c ced, a d
 e c a e ed, a de c bed ea e (Ba de e a.
 1995), h Ne 3.1 (h :// v -e g ee g.c).
 Th a ach be e ed a a e f h a
 DNA e e ce , e ec a c eg e e ce
 h he h gh e e f h a , ha a da d
 h ge e c a ache ha c a he e e ce
 e b f ca g ee (Ba de e a. 1995; P ada a d
 C a da 2001).

I a S de

F a e f a Af ca DNA c c ,
 e h d a e (LRT) e e ca ed h he 56
 I a (T)02 e-262L 'fe02(23e (e -5446.(a)1 a e)1 a 8(0(g

Se e ce	O g /M de ^a	Reg ^b	T /T ^c	ML(c/c) ^d	De a ^c	r
Af ca (55) ^g	149/HKY/UNI	C	10.33	-2977/-3013	73.87	0.0365
Af ca (55)	149/HKY/GAM	C / 0.02	11.67	-2852/-2937	168.18	<0.0001
Af ca (55)	149/HKY/UNI	C d g	23.76	-24377/-24409	62.79	0.1681
Af ca (55)	149/HKY/GAM	C d g / 0.08	24.24	-24433/-24469	70.45	0.0547
Af ca (92) ^h	149/HKY/UNI	C	12.20	-3647/-3719	142.77	<0.0001
Af ca (92)	149/HKY/GAM	C / 0.04	14.10	-3276/-3354	157.17	<0.0001
Af ca (92)	149/HKY/UNI	C d g	22.03	-25920/-25992	142.56	0.0004
Af ca (92)	149/HKY/GAM	C d g / 0.09	22.56	-25761/-25826	129.72	0.0039
L1 + L3	149/HKY/UNI	C	8.93	-2681/-2716	68.82	0.0260 ⁱ
L1 + L3	149/HKY/GAM	C / 0.02	10.15	-2582/-2629	93.76	0.0001 ⁱ
L1 + L3	560/HKY/UNI	C	7.88	-2737/-2781	88.68	0.0003
L1 + L3	560/HKY/GAM	C / 0.02	9.63	-2574/-2608	67.41	0.0337
L1 + L3	585/HKY/UNI	C	7.82	-2728/-2760	64.86	0.0527
L1 + L3	585/HKY/GAM	C / 0.02	9.48	-2567/-2601	67.70	0.0319
L1 + L3	586/HKY/UNI	C	9.03	-2775/-2823	95.10	0.0001
L1 + L3	586/HKY/GAM	C / 0.02	10.28	-2592/-2634	82.80	0.0013
L1 + L3	587/HKY/UNI	C	7.82	-2723/-2755	64.66	0.0546
L1 + L3	587/HKY/GAM	C 0.02	9.48	-2571/-2605	67.36	0.0340
L1 + L3	149/HKY/UNI	C d g	29.51	-23827/-23851	46.73	0.5250 ⁱ
L1 + L3	149/HKY/GAM	C d g / 0.07	29.52	-23798/-23821	46.57	0.5314
L1 + L2bd + L3	149/HKY/UNI	C	10.14	-3107/-3163	111.39	<0.0001 ⁱ
L1 + L2bd + L3	149/HKY/GAM	C / 0.02	12.34	-2819/-2877	115.59	<0.0001 ⁱ
L1 + L2bd + L3	149/HKY/UNI	C d g	24.46	-24704/-24735	60.37	0.3208 ⁱ
L1 + L2bd + L3	149/HKY/GAM	C d g / 0.08	24.83	-24663/-24693	60.18	0.3269 ⁱ

^aThe g e e ce h .The be 149, 560, 585, 586, a d 587 efe L0a g e e ce , he ea 158 a d 173 efe L1b a d L1c g f e e ce , e ec e_i.The de f b h .f ed b_i he de f a e he e ge e_i (UNI= f ;GAM= e a a be de he a f a ga a d b f a e).

^bF h e c c e ha c aed a e he e ge e_i he de fe , he e aed ha e d b a a ee (α) h afe he DNA eg a a_i ed.

^cRa f a a e .
^d

e e e h gh_i d eged e a e he L2a a d L2c e e ce . Th_i b_i a f he ed e gaed a f he ec a c c de a e c d . h gh a a_i f he e a e b a ch e gh f he (2) The L2bcd c eg e e ce h ed ha g L a e g ee (a b e 4). The b a ch c c - e e h a f a e f b , e gh f he c d g eg e e ce he a e b a a ed a h e - a a b e a e f b e ed b_i T e a . (2001). Th_i , he L2a a d L2c b .The f he e f he L2bcd c d g eg e e ce a ec a c c a e a e_i , b he de a d d each a ca g ca_i ce. (3) L2ac c eg e e ce , c a L2a e e ce_i , h ed a g ca de a e f c c - e e_i . Th_e acc da ce h he ge b a ch e gh f he L2c e e ce (a b e 4). The L2ac c d g eg e e ce h ed - c c e de a e c d . (4) The L2bd b e f e e ce h ed c c - e e b h he c a d c d g eg . The e e c ha bc ad L2b a d L2d ha ea a a e fe a d ha e a c c - e b h he c a d c d g eg . S bc ad e L2c e e ce a ee ha e de g e “c c - e”

(1) The L2a c eg e e ce h ed c c - e e de c d f b h f a d e - a a b e b a e . I he c d g eg , he

e , b he e e ce d e ge ce b h c d g a d
c eg e ha he a e f he L2bd
e e ce . The L2a e e ce i ed d c a d c e
e . Se e ce d e ge ce i he c d g eg h
a de a e f c c - e e . I c a , d -
e ge ce he c eg d d h a a f
c c - e e . H e e , d g he a a e f he
L2a e e ce , a ed ha he g e f he
c d g eg a d c eg a e g ee
e e d ffe e (da a h) . C c e a e ge e a i
e e ee g , b a h gh e e f h a i
he c eg gh ead a ed i e e ee
g e a d , a a e , b a ed c c i e . The ef e,
e e e ed he e c c e h ed ced ed a
e a a i (He ad e a . 2002).

bc ade b a ch f a c L2d a ce (ee he
g. 2). I c a , c d g eg e h ha
he e bc ade a e e a a e b a che ff he L2
a ce a de. A a b a ch g a e a ed
he a e g ee (da a h) a d he e
e gge ha he a e d c L2 bc ade .
(2) The L2a e e ce f a - e bc e
(ee be) ha e de g a e L2' a d L2a'' . The L2a''
e e ce de ce d f da e e ce #563 a d ca i
c d g eg h a ce de 3918, 5285,
15244, a d 15629 i . The e bc e a ea ha e a e
ea i d g L2a e . O he ba f e

Red ced Med a Ne A a i f Ha g L2
DNA Se e ce

The c d g eg e e ce ee ed c c
a ed ced ed a e f he e e ha g L2
e e ce e (g. 1) h ch f a e e ee ed
de e he g (ee a He ad e a . 2002).
O he ha a e ed e c a a he a ce a
de, he g f h e a gh f a d a d
he e a e he e h e .
(1) Sa a e a . (2002), h ed he HVS1 eg e
f he c eg c c Af ca ha g L
h i ge e c ee , f d ha he L2d1 a d L2d2

a a_i ed (g. 2). The g_i bec e gh_i e
c_i h he c a_i f he c_i eg
b_i , b_i he e a_i c e f he e
e a_i he a e. I a ed c a_i , c a_i f he
c_i eg e e ce_i eded a c_i L2a e
h_i d e a h_i ec be (da a_i h_i). A
c_i e a e f e c_i a_i a a_i ba ed b_i Sa a
e a_i. (2002) he L2a e (ee he_i g. 6).
Ba de e a_i. (2002) ha e h_i ha e h_i
h_i ec be ca e f e he e e ce a a-
ed, a d e had e ed a be fe f e-
ce da aba e he e e de (He ad,
Pe_i, a d H e e a_i. 2003). F e f he c
eg "h_i" e ec ed he e e c g e ec -
he g a f b h a d c he a e e a
a d ha he e e e he e a c. F a_i, he c -
eg f e gh L2a, e L2b, a d e L2c DNA
e e e e ced de e de had ffe e a ach(he
a a d de_i cha e_i a e h d; ee He ad
e a_i. 2002 a d efe e ce he e). I a 10 a ce , he
e e c g a ache_i eded de ca e , a d
ec c de ha he c_i e g_i a d e
h_i a_i, e e ce e .
We_i gh a he a ach ha d de
h_i ge e c f a c eg e ,
e_i ec a_i a h gh_i a abe e .. A a e , e
a ed ha he_i g_i f he c d g eg ee a

e ec a λ h he TN (a he ha he HKY) de f
b λ . I c a , he e f he L1 c d g
eg e e ce e λ e h a ec a c c
de . The e f he ha g L3 e e ce a e

he b a ch e g h a e e e e he de f c d g a d c eg . I c a , c c - e e -
b a e , a e acc da ce h he h g h e e ca be d ce ed f he c eg be d
f h a he c eg . Sec d, c a he ha g e e f h ge . Th , L1 a d L3
he c d g eg , he e a ce a e d f c eg c eg e e ce h c c - e e he
b a ch e g h h ch L1 > L2 > L3 he e- a a b e a a ed e a a e , b he a a ed a a g e e f
a e a e c a ed e e c c . e e ce , he a ec a c c 9.7(4)-251.T L3

The e e e ed he e e ea a c e a e f
e he Af ca ha g L DNA . E
he ha g L1 a d L3 c d g eg ha bee
a ge c c - e , a h gh he L2 e e ce h ed
a a ed de a f c c - e e f b h he

ega d, f he a a₁ f age e e ce e h d be
f a e.

(2) C e a e a ed DNA e e ce
e e a a₁ ed a d, a a e , c c a
ha e bee₁ de ec ed f he a e fd e ge ce cha ge e a₁
a d a e a eage (D d a₁
R d g 2000; Se₁ e a. 2002). S ch a e a₁
ce a a be he a eage cc a g e
a a d f a e cha ge a e
e (he eb₁ cha g g he ef ce c₁ f e ec aga
gh₁ de e e a). The e a₁ h₁ f
Af ca DNA c a d e e de₁ d
(Sa a e a. 2002, 2004), b he e gh ha e bee ch
c d 7(c₁)-3g b

e f e c c - e. The a d e e ce
d e ge ce f he c eg fe ee a e de ce
f a ac f eec h eg e f he ch d a
ge e, b e ha e ec ha ac ed d ec he
c eg . The a ed e a ab f b
a e he c eg (e.g., F c f e a d Ya g 1999;
Me e , We , a d Hae e e 1999) gge he
e a f eec , a ea a a ge fac f he
e . H e e , he e a e de ce b h f a e -
ca a a e he f a d a d e e e d ec
a d f de e de ce f a , e gh eed
c de a ce a he e -c c e he
c eg ca ed b , e b , he effec
f eec . Th , h gh bea a he e he de
f e e ed he e a e ade a e f he c e
e a ce e he c eg . A a
cha e ge f f e de ea e he fac ha
de e he c e ce fc eg e .
Ph ge g a h c a a f DNA e e ce
de ed d h a e a d a
d e a . F e a e , ha bee ed d he
e g f he A e ca (e e ed E h e a , Mah ,
a d S h 2003) a d he ead f ag c e a d

- I g a , M., H. Kae a , S. Paab , a d U. G e e . 2000. M ch d a g e e a a a d h e g f d e h a . Na e :708 712.
- K a , M. 1968. E a , a e a h e e c a e e . Na e :624 626.
- K e , L. L. 2004. The b g e g e d f a c a h g e g a h . J. E . B . :1 10.
- Madd , D. R., M. R , a d D. L. S ff d. 1992. G e g a h c g f h a ch d a DNA: h g e e c e d e c e f c e g e e c e . S . B . :111 126.
- Me e , S., G. We , a d A. Hae e e . 1999. Pa e f c e d e b a d a e h e e g e e h e h e - a a b e e g I a d II f h a DNA. G e e c :1103 1110.
- M h a , D., E. R -Pe , P. G e a . (13 c -a h). 2003. Na a e e c h a e d e g a DNA a a h a . P c . Na . Acad. Sc . USA :171 176.
- M a e , J. S., a d K. Ma a a . 2003. Ph g e e c e a d h c h e c a e e f a ch d a DNA. M . B . E . :1195 1210.
- M a e , J. S., S. F a a d K. Ma a a . 2003. L e a g e - e c c e e c h a DNA: a c f h a e g e f MTND5 g e e h a g . J. M . B . E . :2132 2142.
- N e e , R., a d Z. Ya g . 2003. E a g h e d b f e e c c e f c e f h g e e c d a a h a c a ch d a a d a DNA. M . B . E . :1231 1239.
- Pe e a , L., V. Maca a , A. T , R. Sc a , M.-J. P a a , a d A. A . 2001. P e h c a d h c a c e h e DNA f M a b e : g h h e B a e a a d h e a e a d e . A . H . Ge e . :439 458.
- P a d a , D. 2001. The e f f e c t f b a c h e g h a a h e e e c f d e f e c a e . J. M . E . :434 444.
- P a d a , D., a d K. A. C a d a . 2001. I a e c c g e e g e e a g e : e e g a f g e . T e d E c . E . :37 45.
- Q a a -M c , L., R. Cha , R. S. We e a . (17 c -a h). 2004. W h e W e e E a : h e c e DNA a d - c a e f h e S h e a d C e a A a c d . A . J. H . Ge e . :827 845.
- R a d , D. M. 2001. The f e e c ch d a DNA. A . Re . Ec . S . :415 448.
- R e e h f d , J. H. 2001. G e e c a d h e e a c h f d e h a g . W e -L , Ne Y .
- R c h a d , M. 2003. The N e h c a f E e . A . Re . A h . :135 162.
- R a , J., a d R. R a . 1999. D a S P e 3: a e g a e d g a f e c a a g e e c a d e c a e a a . B . f a c :174 175.
- S a a , A., M. R c h a d , T. D e a F e , M.-V. L a e , B. S b , P. S a c h e -D , V. Maca a , a d A. C a a c e d . 2002. The a g f h e A f c a DNA a d c a e . A . J. H . Ge e . :1082 1111.
- S a a , A., M. R c h a d , M.-V. L a e , R. Sc a , A. C a , A. T , V. Maca a , a d A. C a a c e d . 2004. The A f c a d a a : ch d a DNA a d h e A a c a e a d e . A . J. H . Ge e . :454 465.
- S c h e , M. H., a d J. H e . 2000. R e c b a a d h e e c a c c . M . B . E . :1578 1579.
- S e , T.-K., J. L. Th e , M. H a e g a a , a d H. K h . 2002. A a a g d e g f e g h e e c a c c a d f e a g e a , a e a d d e g e c e e . B f - a c :115 123.
- S g a d , S., A. H e g a , J. R. G c h e , K. S e f a , a d P. D e . 2000. The a a e h e h a DNA c e g . A . J. H . Ge e . :1599 1609.
- S , P. S., D. E. S , V. S a a e , P. R. C a e , a d T. G. B a a c g h . 2002. R a e h e e g e a g e a g e f a c h e h e : e g a f e c a d f d a a d e d e c e f e c a g f . P c . Na . Acad. Sc . USA :4430 4435.
- S e , K., a d A. Hae e e . 1996. Q a e g : a a e a e h d e h d f e c c g e e g e . M . B . E . :964 969.
- S c h a d , M. A., R. E. W e , a d J. S. S h e . 2003. T e g a e c a c c h a g : d e a f d c e d b a c h - e g h e c a B a e a f a e . S . B . :48 54.
- T e , A. R. 1996. C g e c e f e a g a / e e c c g e e e e : h e e c f e a f h e e f h e c h d a c c h e , d a e I I g e e h e h d a e . G e e c :1263 1270.
- T , A., C. R e g , V. G d a e a . (12 c -a h). 2001. D h e f c a d e f h e DNA h a g L2 e e a d f f e a e ? A . J. H . Ge e . :1348 1356.
- W e , G., a d A. Hae e e . 2003. T e g b d e h a h g e e c e e . M . B . E . :572 578.
- W h e e , W. 1990. N c e c a c d e e c e h g e a d a d g . C a d c :363 367.
- W h e a , S., P. L a d N. G d a . 2001. M e c a h g e e c : a e - f - h e - a e h d f g h e a . T e d Ge e . :262 272.
- Y , S., D. L. E h , a d W.-H. L . 2002. S e c a c c O d W d e , a e , a d h a . M . B . E . :2191 2198.
- Y a g , Z. 1994. M a e h d h g e e c e a f DNA e e c e h a a b e a e e e : a - a e e h d . J. M . E . :306 314.
- Y a g , Z., N. G d a , a d A. F d a . 1994. C a a f d e f c e d e b e d - e h d h g e e c e a . M . B . E . :316 324.
- Y d e , A. D., a d Z. Ya g . 2000. E a f a e e c a d a e g c a e c a c c . M . B . E . :1081 1090.
- Z e g , L.-W., J. M. C a e , B. C h e , a d M. K e a . 1998. The e c a c c e e d : h e a e f e a c e e c h a g e D h a . G e e c a :369 382.
- Z h a g , J. 1999. P e f a c e f e h d a e f e - a , h h e e d e a d e a e b d e . M . B . E . :868 875.
- Z h e g , Q. 2001. O h e d e d e f a M a a e c a c c . M a h . B c . :115 128.

A d Hae e e , A c a e E d

Acce ed J e 1, 2004