

VII 生命医科学プログラム

>/ #Ó è &É Ú É ß ç Ú Ò

• É ß ç Ú Ò c ç ô - ° _ ö&O#Ó" @ Ú ? } \$a&É Ú _ û • È(^#Ó" @ í#Ó è (Ô%É'28• æ b%±1' %É'2 2¶ Š +*f "K>*&k \$x0[13_ 3> _ P Å [A • Ç + b*ñ B + % + \ K Z1 #Ó K S

1-1 É ß ç Ú Ò b#. Ó \% +

2x9x<K i&k +3Ä < S C @ _ > 8 Z>*9x Ø >4 \$a b f ^•~ \\$i Ž_ P M • + ... c%
9x r W Z 8 • i _ ö&O#Ó è &É Ú b4 Ž v% 0l r K C>* Q € }%±0b i \$i0b b 8 U © 8+« É Ä#Ý
@ + ... l € Z 8 • K ? K>* \$a#` \ ö&O#Ó è &É Ú%É'2 b6ë _ c>* Ó v%±1'\$x i D Ø\$x i Ç\$x
^7x S ~ @ 6 ~>* ö&O%É'2 B Ý b "á\$x ^ Ä#Ý x \$a%±1' b ö&O#Ó è &É Ú I b Ç • î » Ä µ i _
\ W Z ± A ^7€ \^ W Z 8 •
è V b"g # +2Ä r <>* ö&O#Ó è &É Ú \ \$a&É Ú b n %o _ P M • Ý 8%±1' \ H Ó ° + v U>*#Ó è
&É Ú (5 i &É Ú (5 l g6ö4 #Ø (5 b\$i Ž_ 2 "© M • Ç + b*ñ B @ ô » \^ W Z 8 • #Ó è
&É Ú É ß ç Ú Ò [c>* È å ± Ü b] ^#Ó è &É Ú(Ô M (i \$a&É Ú(Ô M (+) 7Ý K>* \$a&É
Ü b#` + -1' K S ö&O#Ó è &É Ü M*ñ +/œ G € _ | ~>* ö&O#Ó" @ Ú ? } \$a&É Ú _ û • È(^#Ó" @ í#Ó è (Ô%É'28• æ b%±1' %É'2 2¶ Š +*f "K>*&k \$x0[13_ 3> _ P Å [A • Ç + b*ñ B + % + M

1-2 É ß ç Ú Ò b))É\4

• É ß ç Ú Ò c>* ç ô - ° b ± Ü7T) + œ#Ó è &É Ü%É'2&É bç'g _ 8 1 #Ó K S • É ß ç Ú Ò c)+ œ#Ó è &É Ü%É'2&É b Ü(b Ü) É ß ç Ú Ò \ c\$ ^~>* S3 + v S ^8 Ü) É ß ç Ú Ò [6 ~>* • É ß ç Ú Ò + S B M • M (^ (@ Ü Ü) É ß ç Ú Ò x Ü /Æ - å ± î \ b Å õ \^ W Z 8 • ç ô - ° Ø Ž b i! [>*4 M (c +>* M*ñ M (c +>* [S B I € Z 8 • • É ß ç Ú Ò b4 c>* É ß ç Ú Ò 6x + p ° \ K Z /œ8>* j É ß ç Ú Ò 6x @ Q € +/œ , M • o ? _ c>* Ü » \$ (>%É'2 N4 \$ (>*7° v \$ (>*0è \$ (>*È \$ (+ u>* ' %É'2&É \$ (\ b4)! i B1Ý +/œ : • É ß ç Ú Ò b4 _6ö f • 1V e8Ý _ X 8 Z c>* +\$x _6ä & M • 4 M ([B1Ý M •

1-2-1 M*È(

ç ô - ° Ø S B (5 #' ~
i b d " M (b : U >*#. Ü4Š _6ö € M • M (b s V3U M •

@ +#Ó" @ Ú ,å å /ñ> & M 5>*9x « È> & " M>'

&,,) #Ó" @ Ú í(y+ #Ó" @ Ú N è/ñ> & M 5>*! #Ó G N <& ø M 5>* ß §*>(ê È> & ø M 5>'

\$i#Ó#Ó" @ Ú í4 i#Ó" @ Ú ,¶5 *Ó> & M 5>* -] J >& ø M 5>*5e ØE 1 >& " M>'

b +#Ó Ü Ø < > & M 5>* , • ô È> & " M>'

(È#Ó" @"@#. Ü %? M> & M 5>* ó#ã \$ ± > & " M>'

© « , Ó ñ Á Ò&É Ü £ • > & M 5>* • • f Ü> & ø M 5>*(y*Z ã Ó> & " M>'

: U)z#Ó"@ Ü ë È%\$\$í>& " M>'

RNA#Ó"@ Ü í š AE ☐ À Ø Ü Ø § Å ">& M 5>'

☒ À Ø _ &É Ü "3°&½7ž>& M 5>'

2x7u ™ © « , Ø X#/æ · Ü i Å&;>& ø M 5>'

☒ À Ø)...7Ý - À Ë î© Ü å - å ± î W (ê *>& " M>'

#Ó è &É Ü : » &Ý6ë(Ê>& î(Ù M+á*Ë (>'

1-2-2 M (b\$.

ç ô ° Ø b M (b\$. _ X 8 Z>* W0° M0t² _ &g M

\$ î ç ° v ¥	¶ i	\$. AE		
			§ d "½	, d "½
5	"3°&½7ž	G#Ý	#Ó è &É Ü í X#. #Ó è &É Ü É B ¢ Ü Ø	X#. #Ó è í#Ó è &É Ü É B ¢ Ü Ø
			"I õ M 5	M 5
5	, ,6ë 4 •	3å*Ë	X#. #Ó è &É Ü í#Ó è &É Ü É B ¢ Ü Ø	Ü í a Ü ¼ Ý Ç • µ © × 4' &k>- ó/æ z (
			M 5	ž 4" ± Ü3° Ü%Ê'2&É>- "I M 5
5	ë È%\$\$í	3å*Ë	X#. #Ó è &É Ü í#Ó è &É Ü É B ¢ Ü Ø	\g . 8x /#Ó%Ê'2 d
			" M	%Ê'2 (

ç ô 5° Ø #Ó è &É Ü É B ¢ Ü Ø b ' \$ (

#Ó è &É Ü É B ¢ Ü Ø AE b ' \$ (\$ (

\$ (i	ç ô 5° Ø
É B ¢ Ü Ø6x	Ø § Å "
j É B ¢ Ü Ø6x	%½ N ã ù
Ü » \$ (	,• M0d
+¬ k!l è í0Ü o \$ (	Ø § Å "
%Ê'2 N4 \$ (	i Å&;
7€ Ü#Ó - | \$ (	"3°&½7ž
\7• ° v \$ (	V5 ¾
°0è \$ (	B §*>(ê Ê
È \$ (	i Å&;

1-3 É ß ç Ü Ø b ± Ü7T M*ñ

1-3-1 ± Ü7T M*ñ b% †\ " » Ñ µ ©Ù åí Ü©†

•É ß ç Ü Ø [c>* 1 •É ß Ð í Ü ©† _ u •Ç ; b *ñ B †% æ K

± Ü7T Ü#Ó b ~("g # Ig Ü) 5 Z"g #
#. Ü4Š _6ō € M • M (@ , \ M • Ü#Ó c>& >' _ AE X † V3U M •

Y ^1"&i>* \$ ^ S ‡1"&i	ç ô ° Ø
° Ü (>& ° Ø #' ~ >'	20 Ç
° Ü*... X>& ° Ø #' ~ >'	21 (15) Ç
(~2Š"á	>#
~(* ... X>& ° Ø #' ~ >'	40(32) Ç
\$ °>*3å Ü>* Ü*... X 51>& ² Z b Ü °>* , ° Ø AE b0ñ \ Ç X>'	2 Ç
\$ ° >*3å Ü>* Ü*..."á	2>#
Ü) >&Y ^ >' 5 Z X >& ° Ø #' ~ >'	19(17) Ç
Ü) 5 Z"á 52	90>#

\$ ^ ‡1"&i>* \$ ^1"&i>& M2 D>'	ç ô 5 ° Ø
° Ü (>& ° Ø #' ~ >'	6 Ç
° Ü*... X>& ° Ø #' ~ >'	9 (7) Ç
(~2Š"á	>#
~(* ... X>& ° Ø #' ~ >'	20(16)
\$ °>*3å Ü>* Ü*... X 51>& ² Z b Ü °>* , ° Ø AE b0ñ \ Ç X>'	1 Ç
\$ ° >*3å Ü>* Ü*..."á	4>#
Ü) >& \$ ^ >' 5 Z X >& ° Ø #' ~ >'	6 Ç
Ü) 5 Z"á 52	60>#
1=e \$ ^ 5 Z X >& ° Ø #' ~ >'	0 Ç

d1 Ü*... X _ X 8 Z c>* \0ñ ° Ø AE>& 1 °6ë>' Ü KZ 8 •*... b X †\$ °>*3å Ü*... X \ 6 f O
0° °

d2 Ü) 5 Z"á _ X 8 Z c>* Y ^1"&i b œ _ > 8 Z c \0ñ ° Ø b Ü) 5 Z X † 2 ° S b ° Ü*...
X [m W S X í>\$ ^1"&i b œ _ > 8 Z c \0ñ ° Ø b1"&i \$ ^ 5 Z X >& © ‡ Y φ*...¼ µ t>
†3 ° S>& í Q í"Ç Ü c 4 ° S>* 5 ° M2 D b œ c 5 ° S> b ° Ü*... X [m W S X í

± Ü7T Ü#Õ b u*Ë í4 Ü"g #

Y ^1"&i >* \$ ^ S †1"&i	ç ô 5º Ø
Y ç*... X	19Ç
± Ü b M (>& " m í1n ØE'¼>'	0Ç
¶\$x ^%Ê'2 µ6õ	1Ç
û >&%Ê'26ä\$î4Š6Û	3Ç
û >& Q b Ú b*Ë' >'	4Ç
Ü />& ± Ü †7V C>' b M (	1Ç
¶ » (>& ¶\$x ^%Ê'2 µ6õ †7V C>'	0Ç
4 Ü>&\$ ^1"&i >*\$ Ü'¼>'	10Ç
Q b Ú	0Ç

\$ ^ †1"&i >* \$ ^1"&i >&M2 D>'	ç ô 5º Ø
Y ç*... X	6Ç
± Ü b M (>& " m í1n ØE'¼>'	2Ç
¶\$x ^%Ê'2 µ6õ	0Ç
û >&%Ê'26ä\$î4Š6Û	1Ç
û >& Q b Ú b*Ë' >'	0Ç
¶ » (>& ¶\$x ^%Ê'2 µ6õ †7V C>'	0Ç
í « » i>& M ± Ü>'	2Ç
í « » i>& Ü ± Ü'¼>'	0Ç
4 Ü>&\$ Ü'¼>'	0Ç
Q b Ú	1Ç

1-3-3 ± Ü7T#Õ b \AE Ü \$ î½)½

ç ô ° Ø b ± Ü7T#Õ _ | • \AE Ü \$ î½)½ c W0°b \ > ~

\$ ^1"&i S † ó

í + L U R W R 7D P O X U V D D U X 68F H Q R H Q L Q J R I F R P S R X Q G V W D U J H W L Q J F K U R F H O O V W K D W K D Y H O L Q H D U (R U 9 F (1 0 F X , 0 D (5 1 F \$ K U 2 R 1 F \$ R V R 6 F H , 2 / 1 < (\$ 6 7 0 (7 , 1 * ° v ¥ v ¥ " « , î Y É Ü "

í . D L \ X Z D Q J 0 D 0 / D U X 68W Q Q \ R I W K H U R O H R I % T W R Q W K H U H J X O D P R Y H P H Q W L Q 7 F V V L (P Q 1 Y H D , V W (5 1 \$ 7 , 2 1 \$ /) , 6 6 , 2 1 < (\$ 6 7 0 P (7 , 1 * v ¥ v ¥ " « , î Y É Ü "

í 0 R K D P P D G 0 = D D U D H D U X 58F H Q R R I * V N D Q G * V N L Q W K H F H O O V W K D W 7 + ((/ (9 (1 7 + , 1 7 (5 1 \$ 7 , 2 1 \$ /) , 6 6 , 2 1 < (\$ 6 7 0 P (7 , 1 * v ¥ v ¥ " « , î Y É Ü "

í . D L \ X Z D Q J V 5 ¾ 6 W X G \ R I W K H U R O H R I % T W R Q W K H U H J X O D

P R Y H P H Q W L Q ~~YL3P~~ A L Ü R Q D H - D Š V W G1n ≠ > & [> ' ° v ¥ ñ 4 Š
í (• Ý ì, 0 " 3 & ½ 7 Ž ¶ 1 4 G È \$! # ' 1 ï ± È i « † # Ý 8 S ! Õ « ° þ « 6 0 4 4 G È b Ó ±
0 Ž Ò ¥ • ð Á Ò) ... 7 Ý Ü " G ± ° v ¥ ¾ ð
í ? ` % \$ ¾ 0 # ã p * > ž ß # ã % ± Á % ¼ N ã ù ([D F H U E D W L R Q R I F H U H E U D O L Q I D U F
H Q G R W R [L Q F R Q W D L Q M H G ð Ü C ð / ß 0 ° v ¥ ¥ ã © Ç • ¥ "
~
í 1 5 7 • ± 0 \$ ï # ã 7 o .] A • (/ ã 4 Ý • b # Õ * ñ _ 2 8 r ^ ð ' ö) œ I È 3 H J & Ø 5 y /
g B _ > E • z m 4 Ý • 4 G Ü C , i Ü Ò " G % È ' 2 i ° v ¥ v ¥ , ² ± Ü
í 8 ï # ã 6 Ç 0 ð - # . È u N è ± • Ý œ , œ T • å # ã Á ... Ò § ¶ (Ö Ò § Å " Å ° ï ³ å Å å a i L 3 (6 + 1 _ (Ö † # Ý 8 S 6 ð & „) \$ ï # Õ b Ð Ý ³ œ Ñ ; « 0 Ž Ò ? } _ C ± + ; 4
í b (È Ó • ½ - Ò ¥ • . " @ Ü " G £ g ± ° v ¥ £ g ± Ü
í . • , e # . È 0 Ç N 4 H % o A E 7 o Ý - - \$, • ð È Ø < - È Ü " ° ð - Ø Ü 1 _ ° 4 G È \$! # ' (Ö b S(_ ¥ E S Ä 1 o © Ù µ ; È ß Ø i ± i 4 Ä 4 b 5 , ¥ • . " @ Ü "
G £ g ± ~~þ h i x s m a s s l a n d y~~ Ø ð P R ð a o @ € u 5
í ? ` % \$ ¾ 0 ß # ã % ± Á % ¼ N ã ù 3 0 _ µ r € • š å » ° Ý © å b + ; ~ 0 £ < _ P M • 8 # Ý C , i Ü Ò / # Õ . Ü i # " C ° Ý © ¥ ß a i ° v ¥ ¥ È å ± Ü
í 0 Y § 5 0 . (ã M % ¼ N ã ù Å Ý È ß 4 ß * þ £ ð Z 7 a _ | • Ñ s Ü å g B Y ² \ œ Ü !
¹ å » ß § - ° S 9 Q (ý + b 2 n i ö Q ± Ç , i Ü Ò

↑°"-Û å »

í ,1Âœ7• 0 #ã § h' "3°&½7ž ©ß-¾¼-¼ ¶¹ 51\$6 H1T±b Ó±0Ž Ò_|•,
0d b "È@ªå4ß>|g8#Ó"@\$x «°þ « ÅÅ ö4G ÈbH(ò " G¥•(È#Ó"@Û °
° v ¥ &„^i↑°"-Û å »

í 5LR .R]RQR 0 .RVXNH .DPHPXUD 0LVDNR 2NXPXUD 'DLVXNH .R
'DLFKL .DPL\DPD 7DNDKLUR &KLKDFUDH WHF M@WPLRSQURRW HLOG R\$30D
WRSRORJLFDO GQ•Y È#Ó@B Q ° ° v ¥ &„^i↑°"-Û å »

í 03¶±2 0 , • ôÈ Ø < -ÔÜib &5,635 &DVK , ÒbÅ#Y " G¥•(È#Ó"@Û °
° v ¥ &„^i↑°"-Û å »

í 6RWD <XWR 0 0LVDNR 2NXPXO F L7GDNW K R Q R R & K W D K U D H J X O D W
SK\VL R O R J L F D G H S M D Q H Q V E \R, G R U V H Q V G Y Q J È#Ó@Û R V R S K L O D
° v ¥ &„^i↑°"-Û å »

í <XNL 0LNL 0)XPL 7HUDGD 7DNDKLUR &KLKDFUDR M\SD RD QNDXOR
RI &07 G LDWHD RVFL DWHG PXWDWL RQ LQ '\Q DPL"Q XG¥L È#Ó"@R V R S K L O D
Û ° ° v ¥ &„^i↑°"-Û å »

í .HLJR 1LLPL 0 <XXNL ,VKLWD 7DND(K\$ O R U&LQLJK D H DX QD WDRNUR/ 2N
SRO\SKHQ L V W L R Q B K X 6508 P4ŠLJ LEXRM ° v ¥ •8OE\$½ È«
° Éþ®å , i©Ù å29 650Y Ü7T±Û u#ä Ÿ Õ å Ä «

í .DL\X :DQJ 0 D V D U X \$8QH Q R W H U I Q D Q H W EDVHG PHWKRG IRU TXDQW
1XF OH X V LQ" 6 GS,R/PÆjHÛµÉ i" G > 2-¼ Ñ j «%È'2 ° v
¥ ¥ `#ã N

í <XNL 0LNL 0)XPL 7HUDGD 7DNDKLUR &KLKDFUDR ÙÅSV D N R 2NXP
†#Ý8S & 0 \$S6504 š\$ '\Q D P H 0Ž Ò çô °Ø¥•."@Û p\D\ -4S È å%4 [
° v ¥ ¾È å

í 8i#ä6Ç 0 ð-#. È uN è ±•ÝŒ , Œ T• å#äÀ ... Ò§¶(Ö Ò§À "
Ä 0"!\$ \$x * š ÿ iæ1p_|•q ö4ß(o * ö @ D š M •&) ÿ(y+ ·Å " G&,,\$î
#Ó0!1= í " G B /+; b ½×iBå ,#Ó 1/ œ ± ° v ¥ j ,‡w'g±Û\£
Ý Õ å Ä «> & j ,‡ w>'

í 157•± 0 .]A• (/ä4Ý•b#Ó*ñ_28r^¤`ö) œ I È 3HJ & / \$16,65y / g B
_>E•z m ¥•3°,A iÛ °Ø± ° v ¥ ¥ ¾ ï 3° ±Û

í Ò§7o3d 0 +» Å Ý "&,%\$ " j Å&; 9x(0Ž+ Ü - °ç•iÝ »8§¤6~ b6ä\$î \#Ó /
μ+0£ l b Å#Y " G Å#Y" @#. Û Ó ØÛ/j1n‡ ° v ¥ ¾ ï 4" w ±Û

\$^1"&i<‡ ó

í -LDVKHQ 7DQV DUX 8HQR (OXFLGDWL RQ RI VSLQGOH FKHFNSRLQW
SRW KCGKG R X E O H+P X W D Q W+ ,17(51\$7,21\$/),66,21 <(\$67 0((7,1*
° v ¥ v ¥ " « ,iÝÉÛ"

í 5eŒ2 ... ' "3°&½7ž)Y*6\$ x ^¤ÀÒ)...7ÝÓ±1i±È i « S(\Q b0Ž Ò ¥•¤ÀÒ
)...7ÝÛ " G ± ° v ¥ ¥•¤ÀÒ)...7ÝÛ ¾ ï

í -LDVKHQ 7DQV DUX \$KQDRO\VL V RI WKH ILVVLRQ \HD W W F3RP E LRQD W K R I C
LQWHUP'H GLD W H \$V <RXQJ 5HVHDUFKHUV ,Q WPHUQ D WELRQD O :R U N V K F

í .HQLFKL 1DND\DPID 0DQDEH 7DNDKLUR &KLKQH Q W LQILFIDNWL R2N
SKRWRWUDQVGXF W LQRHQ WDRQGVSLKQ W W R V H Q H R D U W RzQHÉ2 b LMTWLRQ F K X V
p• 2 ° v ¥ •8OE\$½ #. iÛ%È'2 d&,^Ý Õ å Ä «

i + Z D Q J : R R V D 4QJ ->3\ \$i#ä 7o .] A • (/ä f _ > E • " i ³ å) Ä) T _ k Ñ K S (ý
+ >&ä · b (È Ö • ½ - Ö 0 Ź Ö 4Ý • 4G Ü Ç , i Ü Ö " G % È 2 i ° v ¥ v
¥ , ² ± Ü
í 1 X V U D W + R V - Ý D U Q 5 e Ö E 1 #ä Ý M • p • - ' Ø < 5 e Ö E , i , < , ¶ 5 * Ö

\$^1"&ì S‡í † 1 ó
 í \$NDUL \$QGR 0 ' % R\DDQX U\$LQ 7 RON X Q\$DULV D 0 DNL P)XPDKLUR ORULVKL
 7RPRQRUL .DPHGD 7DNX\D ,PDPXUD 8&3 FRQWUROV FHOO SU
 GLIIHUhQWL DW H PRXVH K'XP D@#Ó" @ ÚGHYHORSPH@WÝŽ
 í +LURWR \$NXWD 0 0 \$NDRUD \$Q\$QXPLKLUR ORULVKLWD +ZDNDQAD ,P
 VSHFLILFFR QLRQQJ P\$1G\$LDWHG UHJXODWLRQ RI *) GHWHUPLQHV
 VWHP SURJH"Q L@#Ó" @ ÚG@W@ ± ° v ¥ ÝŽ
 í 6RWD 1LVKLGD 0 ' %\$RUD \$Q\$QXPLKLUR ORULVKLWD 7DNX\
 +XPDXQHFLILFFR QJ 51\$ WD UJHWV D Y@&R F LDDQW@SL@HH@W@ WR UHJXOD
 RI QHXUDO "VWHP \$#Ó" @ ÚG@W@ ± ° v ¥ ÝŽ
 í \$JHKD 2QRGHUD 0 .H'QL F&KLL QDNDMAD P.DL 7DNDKLUR F&KBKDUD 0
 VLJQD@LIQYR OYHG LQ SRO\SKHQL)@.P%É@b@JH@WLRLQF@KV SDFLILF
 ° v ¥ Í « ± i\$1/2 #. Í Ú%É'2 d&,, ^ Ý Ó å Ä «
 í -LQJ % HLEHLDQJ -LD@#Ó" V5 ¾ / Í4Ý• 3Rb'1\$ Ý Ý_>E•µ+0Ž
 Ó Ü p'g Ø°°°Ó ¥•3°,A Í Ü pD\í0Y¥•-4Sœ ± >& pD\-4S'" G1n
 ‡ 0Y¥•-4S'" G1n‡ >' ° v ¥ ¥ 9x%±
 í "Í%?) ,À 0 ó \$R ' ó¾À,À 0 P§w(é 0 ÄWe^ Ó§À“ Ä°
 156 14G ÉÙc' ["]^Àå¥í•å¢ 51\$@#Ób \KZµ+ K &,) Í(y+ Qj_
 66ZM• " G¥•¾ j#Ó" @ Ü ± ° v ¥ &,, ^ ± Ú3° Ú4S>&,, ^ w>
 í É#äf ... 0 \$Q%R\DQJ 8i#ä6Ç 0 0Y#äŠí 0 ÄWe^ Õ-#. É Ó§
 ¶(Ö Ó§À“ Ä°&,) Í(y+ bQj_>E• 3URW@#DQb\$#DšIÉbH(ô
 " G¥•(É#Ó" @ Ü ° ° v ¥ &,, ^ Íí°" - Ü å »
 í "Í%?) ,À 0 ó \$R ' ó¾À,À 0 P§w(é 0 ÄWe^ Ó§À“
 0LPLFNLQJWK@#DHQSUVVLRQ @#Q@#R@#XFHDQ@#XWURDZ DUGV WKH XQGHU
 GLVH@#H@#¥•." @ Ü p\D\-4S È å%4 [° v ¥ È å ± Ü>& ¾ È å w>
 >(ö&O#Ó" @ Ü É ß ç Ü Ò>* M4Š5 0 K r M

1-3-4 ± Ü7T#Ö b \7• Ü \$î½)¼
ç ô ° Ø b ± Ü7T#Ö _ | • \7• Ü \$î½)¼ c W0°b \> ~

\$^1"&i S‡ ó

i 15 7• ± 0 .] A• \$i#ä 7o 5 H J X O D W L R Q R I P O L F Q U N R L V Q X E D W L F U W V V I R U
V S L Q G O H D K V H H P M E I O \ Q W H U Q D W L R Q D O) L V V L R Q ° < M D ¥ W w 0 ¥ H H W L Q J 3
È å we i2 K" « , î Y É Û "

i £#ä ± - 0 .] A• \$i#ä 7o 5 R O H V R I W K H P L F U R W X X E X X O H Q X F O P S D O W R
P L W R W L F V S L Q G I O H W K V , Q P M E H O U Q D W L R Q D O) L V V L R Q ° < M D ¥ W 0 H H W L C
v ¥ È å we i2 K" « , î Y É Û "

i 0 L W V X R 6 K L Q W H D Q W D + D G P H R U D V D H W R Q D O \ V L V R I 3 X E O L F 5 1 \$ 6 H T X H Q
0 X O W L S O H \$ E L R W L F 6 W U W H D / Q H V D Q Q \$ W D R E Y L G R I S / V 1 H Z S H Q Q G L H Q W V D Q Q V
\$ % \$, Q G H S H Q G H Q W 6 W U H V W H 5 H V S R , Q Q W L H U Q * D V Q I H R / Q D O & R Q I H U H Q F H
° v ¥ & K L E D - D S D Q

i 0 D L 7 D N H K D U D 0 0 L V K W X I R L 6 D D W R X Q D N D V K L 7 D N H X F K L , F K L U R
7 D N X \ D , P D P X U D 7 R , Q K Y L I Q R V W I L J D D M D R Q L R I U H J X O D W L Q J I D F W R U V I R
7 K H \$ W Q X O D H O W L Q J R I W K H - D S D Q H V H 6 R F L H W P R V I ' # Y 6 H H Q Q G S D P L H Q W D
, Q W H U Q D W L R Q D O & H Q W H U

i (Q R P R W R (U L N R 0 + D U X N D 0 D W V X E D U D 7 D N D V K L 7 D N H X F K L
, P S U R Y H P H Q W R I K H D W V K R F N S U R P R W H U I R U G H Y H O R S P H Q W R
U L E E H G I Q H Z W K \$ Q Q Q D Q I O W K W - D S D Q H V H 6 R F L H W \ R P ' H Y H O R S P H
¥ 6 H Q G D L , Q W H U Q D W L R Q D O & H Q W H U

i + L U R W R \$ N X W D 0 5 L V D N R 1 D N D L 0 D V D Q R U L , P D P X U D 7 D N X \ D
W L P H V F D O L Q J R I H D U O \ K X P D Q V Q H Q H U R U G R V Y S H Q R I S B M Q U P E X W I L R Q Q G L U
Ü ± ° v ¥ Y Ž

i 5 \ X N L , P D B X U D 6 K L Q 8 V X N L 7 D N X P D 6 X J L ' H Y H O G R S P L F Q R V V R R S V
X Q G H U V W D Q G L Q J V W D W L V W K F D Q W S I K Q D W V R Q V D Q P & R Q I H U H Q F H R
6 7 \$ 7 3 + < 6 ° v ¥ 7 R N \ R

i \$ J H K D 2 Q R G H U D 0 \$ Q G U H Z = K D Q J 7 D N D K L U R & K K K Q B D \ S I D F O I
D Q D O \ V L V R I I H G L Q J E H K D Y L R U V L Q Q H X U R W U D Q V P W W W H U U
, Q W H U Q D W L R Q D O 3 7 U L V W Q R Q F K X ¥ 0 0 0 S I V L Q J E L Q J H Q * H U P D Q \

i + L U R M X R W D 5 L V D N B Z D N D P H K K D B J D W W X D N L D W V D X R D B D V D \ K I N P L D G D
0 D V D Q P D U P L X J D D N R D D P X U D Q W H J U D W L Y H D Q D O \ V L V R I W K H G H Y H O R S P
G L I I H U H Q W L D W S R Q H Q R V P W S D Q H X U D O V W H P F H O O V 5 , . (1 % ' 5 6 \ P S
° v ¥ . R E H - D S D Q

i 0 L] X N L 7 D Q G R 0 . R V X N H . D P H P X U D 5 L R . R J R Q R 0 L V D N R 2 N X P
. D Q D N R 7 D P D L \$ L R 2 N X P X U D 6 D \ D N D B K N U Q H & \$ D K B H O D . W F I G \ D P
H Q G R S O D V P L F U H W L F X O X P S U R W H L Q 9 D S 9 \$ 3 % L V H [W U D F H O O X
0 0 3 P H G L D W H G F O H D Y D J H 7 K H \$ O O L H G * H Q H W L F V & Q I H U H Q F H
½ Y Á i Á i " Ó Ü •

\$^1"&ì<‡ ó
í +ZDQJ :RRVDQJA• \$i#ä 7o ([SORULQJ WKH PROHFXGDSHQRGHKODQPLWRWLF QXFOTKDHU SWKL, WLRQDO)LVVLRQ <HDVW OHHW
¥ v ¥ Èåwe i2 K" « , ïÉÚ"
í \$IGLOOD)DUD 'LIND 0 +ZIAQJ \$R#R VDQJL VQVLIRDVW H[SUHVVLQJ NLQHV(UQPRWRU SURWHLQ SURYLGHV DQ HIFHDQMFILYUHFSDQSHRKRLGPV
WK , QWHUQDWLRQDO)LVVLRQ <HDWWY 0HHW Èåwe i2 20% (« , ïÉÚ"
í +ZDQJ :RRVDQJA•' ([SORULQJ WKH PROHFXGDSUHQFHQLDQIPW RRWIDF SRVLWLRQLQJ &ROG 6SULQJ +DUERU \$VLD FRQIHUHQF RQ <HDV
¥ å?%4'g#Ø °v 9 C_gAÓµ-
í .HQLFKL 1DND\DPD ' \$\D 0DQDEH 7DNXQUR &KLKDUD 0LVDNR
3KRWRWUDQVPGHGLVDLWRHG E\ F*03 SDWKZD\ DQG *3&5 NLQDVH LQ WK
, QWHUQDWLRQDO & °HOH\$&RQÛH UHQBHQF HÜ «
í <XWD 1DND,FKLUR 7DJDZD 1REXDNL)&WQORSURQKLHQRDWLRQDQDLVQK &
QHZWKH WK \$QQXDO 0HHWLQJ RI WKH -DS DQH VH°6RFYHW\ RI 'H
6HQGDQDWWRQDO &HQWHU
í 0RUR]XPL 5\RVXNH ' .\DNXQR 0LWVXNL 8HPDVX +LWRVKL 6X]
,FKLUR)XUXQR 1REXDNL 1DQED 1RUL\XN)XQEWLQRRQ DDMQEBQWDLV
3G[JHQHV LQ WKH SURFHVV RI SDFKHUFMDKV\$QHQHORSHHIVWUQR IQI
6RFLHW\ RI 'HYHORSPHQWD@ 6HQGDQDWWRQDO &HQWHU

\$^1"&IS‡í<‡ ó
í +LURNXQL +LUDJD ' 0\$JHHKOLERQRGIDND&KRDQDWVX .DL 7DNDKLUR
0LVDNR 2NXPXWDDQG R[LGDWLYHRVWUSHOMWVWUHFWMRQXWIKH QHPD
SDFLILWQWHUQDWLRQDO 3ULVWLRQFKXV İÖH\$MLQJ7•ELQJHQ
*HUPDQ\
í 0D\XURLXQDJ %R\DQJ \$\$N DQG RS \$ULDNLQDXUD)XPLKRUVRVCLWD
7DNXVPPXUDLPLFNLQJWVSKHPDHQSUVVLRQ LQ PRXVH QHXUDO VV
XQGHUVWDQGLQJ RI KXÜPTDÖñEÜQ LÜQGS LVHDVHV v ¥ 'Å<±Ü
>&XCdw>

1-3-5 Ý^1= e\$î/²)½

Ü#Ó¶i	1= e8Ý%
= \$5(02+\$00\$'	5ROH RI *VN DQG *VN LQ WKRURHPOVR PWK/D >#""g , /†å X(y+ _>E• *VN *VN bµ+>'
\$2 ;,\$2+8,	(OXFLGDWLRQ RI WKH HIIHFVV RI +'&V RQ >&3?x² - ¼ Ñj « b1(_>E• +'&V Ýb0Ž Å>'
ó¾Å,À	+XPDMOSHFLILF OHWDERORPH 7DUJHWV 8&3 V 1HXWØHOP &HOOV >& Äº\$\$xÓ±îßiÒc 8&3tÓKZ&,,) ¿(y+ b)E)F\$xQj+ Š _6öZM•>

•(7g,ī Ĝ	¶ÓžšÝ_>E••/º<K@+\$î#Ö_Z<•s8j b%Ê'2
x P f,<	Üx~Ýx~•a•žšÝb9x 4:Â_6ōf•w4ß(òæ1p6ō4±åÃj 2A b!Ö*•öbè0É
..(8Á'	Ir8a k Ñ\$x^¥0l w +Ó K S#Ö#.g Â D šÓ•½¬Ò0ŽÂ
P § w(ê	ÄºlgÐ~«±+;&„)¿(ý+ _>E• Commd3Bmi1 4G ÈÙ)bS 4 \$xíμ+\$x'jb
`|•,	`+/w±åÃj2A VAP bºÍßªi3ë3?†-•(ÈÓ•½¬Òb0ŽÂ
ü3¶±2	CRISPR/Cas12a system–ÖÜl bÂ#Ý
i £ ö É	-ÖÜb+`ì#ÖμS%Ê'2Ö¹Ýb&'g
B%& Š M4{	`ºÛ-ºÇ•íÝ»-Óíªåç•/j b6ä\$î_|•U-&„)G2°*• ìμSb0ŽÂ

1-3-6 \$^Û)

#æ13 ö=>8 \$^1=e c>*P Ç™ Ü Ü A b\7•Û/i1 _¶/21=e @ w#. l€Z 8•G\ @ ²8r²
ó[6~>* ÉßçÛÒÆ_>E•£ B _œAKSvb @#æ13M•G\ @ [A•
Û)5Z)¼>8 çôºØbÛ)5ZX1=e8Ý% cW0°_&gM>&5Z°v¥†Æ_0°M>'

1"≈\$^5ZX ó

1 8 6 5 \$ 7 + 2 6 6 \$,çôº v ¥ >≈

3 K H Q R J M H C S R H W \ S H U H C H D Q V R L S R X Q F U K R V S V D Q Q V S U R Y L G H L Q V L J K W V L Q W R
Y H U W H E U D W H M D Z H Y R O X W L R Q
>& ¶ÓžšÝb VR\$\$/*L†#Ý8SÄº...d*å\$ g B\$U+(Ý."@b8j4 i b%Ê'2>
z>8 ,¶5 *Ö
j>8 Ø§Å“>*Ø < >*-] J>*5eŒ 1

B Ç¬ž çôº v ¥ >≈

Ð~«_>E•0i ËW4Š(*ö`±åÃj2A 13*/13* @š¿Ý iæ1p1*(_l p M s8j

>&(I I H F W V R I Q H X U R V H F U H W R U \ S U R W H L Q */D Q G Q H X U R V H F U H W R U

z>8 '0ô*O

j>8 ,]ã7• >%®p0d >!*'ê2z7ùj

\$ 1 % 2 <\$ 1 * çôº v ¥ >≈

+ X P D E Q D V H (Q H[S U H V V L R Q S U R P R W H V H[S D Q V L R Q R I Q H X U D O S U R L Q W K H G H Y H O R S L Q J E U D L Q

>&±+\$ö2A\$î4)_>E• 70(0 bÄºI\$ \$x\$î# P ËÝD š_|•&„)¿(ý+ bQj•4 \™

S4 ši >'

z >8 Ø § Å“
j >8 ,¶5 *Ø* N ë/ñ

p £2< M ç ô ° v ¥>&#å>'
)z.x 3 U L V W L R Q F K X E • & D E L I Y E)X 8 b O Ž Å
>&(O X F L G D W L R Q R I D S K R W R V B W D Q W G R Q W K R Q \$ D F W I K H T X Q H P D W R G H
z >8 ß §*>(ê È
j >8 N ë/ñ >*! #Ø G N <>* i Å&;

#Ø#â/ñ*> ç ô ° v ¥>&#å>'
- Ø Ü b °+š l#Ø 9, Ø¹ Ý b& 'g \ p l#Ø _> E • F \ F O L 4 G 'È b μ+ 0 Ž Ø
>&(V W D E O L V K P H Q W R I H [S H U L P H Q W D O D P O R G H I X Q I R V U L Q Q D R O F E D O O G L V D I E V
' J H Q H L Q R U J D > Q U H J H Q H U D W L R Q
z >8 Ø <
j >8 ,¶5 *Ø* N ë/ñ >* ,5 Å >* ,• ô È

.(*.. ç ô ° v ¥>&#å>'
\$ N D O X F \$ N #D "% C P H Q W 8 S C Ù ~ a Ù ~ Å š [b 9 x n Ø >* 8 u 0 O \$ x > | g) i \$ x ^ 4 G
È \$ l # 0 Ž Ø
>& \$ N D O X F \$ N I E / L X R P O L X Q P H L Q H V F H Q F H I R U L Q Y J D K V O Y N H Q Q L G W M M P S Q B Q O J H
D Q D O \ V I R W R S K L O D
z >8 N ë/ñ
j >8 È G ž >*! #Ø G N <>* ß §*>(ê È

1-3-7 TAB)½ >&TFμ t>'

\$ ^1"&i S ‡	
~(*... X >&1.1#~>'	40 Ç
TA \ K Z G # Ý I € Z 8 • *...	19 Ç
~(*... X _ P M • m œ	48>#

\$ ^1"&i ‡	
~(*... X >&1.1#~>'	20 Ç
TA \ K Z G # Ý I € Z 8 • *...	8 Ç
~(*... X _ P M • m œ	40>#

1-3-8 ± Ü7T M*ñ b \7• i

#Ø è &É Ü É ß ø Ü Ø _> E • 2 Ý 1 n * O > 8 'f # Ø è • / j + 1 = I g \$ L H Ø¹ Ý # Ø " @ + 1 = [c ¥ •
1 í,e1 † G # Ý K S 1 n * O @ < i € Z 8 • r S > * \$ ^ 1 " & i S ‡ I g \$ ^ 1 " & i ‡ b n % o _ ± V o p " B # (R ' v Å = Q ° ñ ð HR

1-4 É ß ç Ü Ò b%Ê'2 q .

#Ö è &É Ü É ß ç Ü Ò 4 M († S B M •) M (_6ö M • ç ö ° Ø _/œ f € S%Ê'2 q · b
B Y x%Ê'2 " B5 b w ° g # _ X 8 Z c > * À õ É ß ç Ü Ò b É ß ç Ü Ò b%Ê'2 q · † H g
!· C T I 8

› M (b À õ É ß ç Ü Ò c è W b3û ~
ö&O#Ö" @ Ü É ß ç Ü Ò † À õ M • M (>8 N ë/ñ>* Ø § Å “ >* Ø < >* ß §*> (ê È>* 5e ØE 1 >
, • ö È
X#. #Ö è &É Ü É ß ç Ü Ò † À õ M • M (>8(y*Z å Ø >* i Å&;
#Ö è#" C)r œ&É Ü É ß ç Ü Ò † À õ M • M (>8%¼ N å ù
#Ö" @ d Ü É ß ç Ü Ò † À õ M • M (>8 V5 %>* ,(• M0d>* .] A •
¤ À Ò)...7Ý -À Ë i © Ù å - å ± i † À õ M • M (>8 W (ê *

1-4-1 %Ê'2 q · b AE

Ö1n ≠ í - Ñ ¼ ˜¼ b6ä &)¼
À , É ß ç Ü Ò b %Ê'2 q · b +0[† g!· C T I 8

Ö Ü/i K / ? } b w29)¼
À , É ß ç Ü Ò b %Ê'2 q · b +0[† g!· C T I 8

Ö Ü#Ö b w29)¼

¶ i	Ü o	29 b j&a	%Ê'2 AE	5 Z* ...	5 Z ° v ¥	œ _ M (
+ Z D Q J : R R V D Q	'	2 X W V W D Q 3 R V W H U 3 U H V H Q W I \$ Z D U G 7 K , Q W H U Q D V) L V V L R Q < 0 H H W L Q J 3 2 0 % (	³([S O R U L Q J V P R O H F X O D U R D F W G I H Q S H Q G P L W R W L F Q X S R V L W L R Q L Q	(/å4Ý • \7• Û È å ±	° v ¥	,(• M0d
'%o N +Ù	0	f&½ • 8Ø\$î/29 7 K H W K 0 H H W L Q J - D S D Q H V H R I ' H Y H O R S P % L R O R J L V	, Q Y H V W L J D W U H J X O D W L Q J W H V W L F X O D L Q Q H Z W V	¥ • \$ î#Ö" @ Û Û 6x 9x « Ä È	° v ¥	Ø <

p £2< M	'	)z.x%Ê'2 b • ¶ † p • f&½ •8Œ\$î/29	, G H Q W L I L F S K R W R W U D Q S K R W R V H Q V L Q W K H Q H P 3 U L V W L R Q F K S D F L I L F X V	)z.x%Ê'2 b • ¶† p •	° v ¥	ß §*>(ê Ê
'%o N +Ù	0	" G ¥•)¾ j#Õ" @ Ù ± f&½ •8Œ\$î/29	- Ô Ü _ > E •(- Ê g B µ S b o Ž Å _ ¥ E S l#Õ Ô ¹ Y b & 'g	¥•)¾ j#Õ" @ Ù ± 6x N £ R ¥•)¾ j#Õ" @ Ù #. !6x ° § \$ Ê	° v ¥	Ø <
+ Z D Q J : R R V D Q	'	% H V W 3 R V \$ Z D U M G & H R O 6 S U L Q J + D \$ V L D F R Q R Q < H D V W 6 F L H Q F H V	³([S O R U L Q J V P R O H F X O D U R I D F G M I S Q I Q G P L W R W L F Q X S R V L W L R Q L Q	& R O G 6 S + D U E R U I g ¥•#Õ i Ù 4 œ i ž ¼ - " i	° v ¥	,(• M0d
Ò §7o3d	0	" G ¥• Â - œ - Ó i a å ç Ù Ú / i 7 Y Ê « ° - Ó i a å ç i s Å ¹ å ° 29	9x (0 Ž + Ù - ° Ç • i Y » • / i _ | • U - i S B Ç Ü i ^ U - " (• Ê 3 a 2 § b 6 ä \$ i	" G ¥• Â - œ - Ó i a å ç Ù Ú / i 7 Y ± 6x U V & ½	° v ¥	i Å&;
, *> p [	0	6 ö 0 Y p 4 Š ...) z . x ® I È « ° É p ® å , i © Ù å 29	)z.x 3 U L V W L R Q S D F L I L F X / k e · • (ö b D S I È b H (ö	6 ö 0 Y p 4 Š ...) z . x ® I œ i ž ¼ - " i	° v ¥	ß §*>(ê Ê

Ê å ± Ù ê ö & Ê Ù • / i Ç ™ ß i © µ Ê w29

¶ i	Ù °	æ _ M (
• # ä % ? , i	'	, ¶ 5 * Õ
x p f , <	0	, ¶ 5 * Õ
` 5 N m * Z	0	ß §*>(ê Ê

Ê å ± Ù š i - p å ° « ³ x i ¹ å ° « • Ù © µ Ê w29

¶ i	Ù °	æ _ M (
Ò §7o3d	0	i Å&;
'%o N +Ù	0	Ø <

'2]&É Ü%Ê'2 “ B G ¥

¥ • Ü/¡ ú+Æ í "I 9%Ê'2 (

í An Boyang

í p £ 2< M

í .(*.

í B Ç → ž

í Ä+% *g E

í ‹#ã w*> Ê

í Ç#ã (ê

È å ± Ü ± Ü7T Ü § ³ Ç TM ß î

í p • → '

í TangJinshen

í ¹2! /ñ4e

í5e ØE 2 ...

È å ± Ü p\$¡\$x a æ%Ê'2*...*ñ B í - | É ß ç Ü Ò Ç TM ß î

í#Ö#ã /ñ*>

í ï• Á•

í •#ã ±

í +Z D Q J R R V D Q J

í1V0... 'Ó

¥ \ Ç (%Ê'2 (

0ñ \ !“K

ç ô ° Ø ¥ \ Ç\$ Ü#Ö

\$ ^1"&i S ≠

í = \$ 5 (0 2 + \$ 0 0 \$ ' >& - Ü å »& ç ô ° v ° Ü>'

í * \$ 2 ; , \$ 2 + 8 , >& p \ »& ç ô ° v ° Ü>'

í : \$ 1 * . \$, < 8 >& p \ >'& ç ô ° v ° Ü >'

í ' 2 1 * < 8 1 & + \$ 2 >& p \ »& ç ô ° v ° Ü >'

í - , \$ 1 * % (, % (, >& p \ »& ç ô ° v ° Ü >'

í &+ , 6 + 8 5 \$ 1 >& p \ »& ç ô ° v ° Ü>'

\$ ^1"&i ←‡

í AN, BOYANG >& p \ >' >& ç ô 2 ° 10 v ° Ü>'

í HOSSAIN, NUSRAT >& Å å ç Ü ¹ © x>' >& ç ô 2 ° 10 v ° Ü>'

í PRIAMBODO, BAGUS >& - å » ¿ © " >'& ç ô 3 ° 10 v ° Ü>'

í TANG, JIASHEN >& p \ >'>& ç ô 4 ° 4 v ° Ü>'

í HWANG, WOOSANG >& ±8Q , \ >'>& ç ô 5 ° 4 v ° Ü>'

í WANG, JIA >& p \ >'>& ç ô 5 ° 4 v ° Ü>'

1-4-4 %Ê'2 “ B5 b w °"g #
À õ É ß ç Ü Ò b É ß ç Ü Ò b%Ê'2 q . † H g!· C T I 8

1-4-5 Ü#ú^} g _&k [b q .
À õ É ß ç Ü Ò b É ß ç Ü Ò b%Ê'2 q . † H g!· C T I 8

1-5 Q b Ü"l0° l8o
0ñ \ !“ K