

## VII 生命医科学プログラム



# >/ #Õ è &É Û É ß ç Û Ò

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

## 1-1 É ß ç Û Ò b#. Õ \ % †

2x9x<K i&k †3Ä < S C @ \ \_ > 8 Z >\*9x Ø ›4 \$ª b f ^ • ~ \ \$ Í Ž \_ P M • † ... c%  
9x r W Z 8 • i \_ ö&O#Õ è&É Û b4 Ž v% 0 l r K C >\* Q € } % ± 0 b í \$ Í 0 b b 8 U © 8 + « È Â # Ý  
@ † ... l € Z 8 • K ? K >\* \$ª# ' \ ö&O#Õ è&É Û %É'2 b6ë \_ c >\* Ò v % ± 1 ' \$ x í D Ø \$ x í Ç \$ x  
^7x S ~ @ 6 ~ >\* ö&O%É'2 B Ý b " á \$ x ^ Â # Ý x \$ª% ± 1 ' b ö&O#Õ è&É Û l b Ç • î » Â µ j \_  
\ W Z ± A ^7€ \ ^ W Z 8 •

è V b " g # † 2 Ä r < >\* ö&O#Õ è&É Û \ \$ª&É Û b n % \_ P M • Ý 8 % ± 1 ' \ H Ó ° † v U >\* # Õ è  
&É Û (5 í &É Û (5 l g 6 õ 4 # Ø (5 b \$ Í Ž \_ 2 " © M • Ç ¡ b \* ñ B @ ô » \ ^ W Z 8 • # Õ è  
&É Û É ß ç Û Ò [ c >\* È á ± Û b " ] ^ # Õ è&É Û (Ô M ( í \$ª&É Û (Ô M ( † ) 7 Ÿ K >\* \$ª&É  
Û b # ' † - 1 ' K S ö&O#Õ è&É Û M \* ñ † / œ G € \_ | ~ >\* ö&O#Õ"@ Û ? } \$ª&É Û \_ û • È( ^#Õ"@ í#Õ è(Ô%É'28• æ b%±1' %É'2 2¶ Š † \* f " K >\* & k \$ x 0 [ 1 3 \_ 3 > \_ P Â [ A • Ç ¡ b \* ñ B † † % æ M

## 1-2 É ß ç Û Ò b) È \ 4

• É ß ç Û Ò c >\* ç ô - ° b ± Û 7 T ) + œ # Õ è&É Û É'2&É Û ç ' g \_ 8 1 # Õ K S • É ß ç Û Ò  
c ) + œ # Õ è&É Û %É'2&É b Ú b Û ) É ß ç Û Ò \ c \$ ^ ~ >\* S 3 † v S ^ 8 Û ) É ß ç Û Ò [  
6 ~ >\* • É ß ç Û Ò † S B M • M ( ^ ( @ Û Û ) É ß ç Û Ò x Û Æ - á ± î \ b À ö \ ^ W Z  
8 • ç ô ° Ø Ž b i l l [ > \* 4 M ( c j > \* M \* ñ M ( c j [ S B I € Z 8 •  
• É ß ç Û Ò b 4 c >\* É ß ç Û Ò 6 x † p ° \ K Z / œ 8 > \* j É ß ç Û Ò 6 x @ Q € † / õ , M •  
o ? \_ c >\* Û » \$ ( > \* % É ' 2 N 4 \$ ( > \* \ 7 • ° v \$ ( > \* ° è \$ ( > \* È \$ ( † u > \* ' % É ' 2 & É \$ ( \ b 4 ) ! í B 1 Ÿ † / œ : • É ß ç Û Ò b 4 \_ 6 õ f • 1 V e 8 Ÿ \_ X 8 Z c >\* † \$ x \_ 6 ä & M • 4 M ( [ B 1 Ÿ M •

### 1-2-1 M\*È (

ç ô ° Ø S B ( 5 # ' ~  
j b d " M ( b : U > \* # . Û 4 Š \_ 6 õ € M • M ( b s V 3 U M •  
  
@ † # Õ " @ Û , á á / ñ > & M 5 > \* 9 x « È > & " M > '  
& , ) # Õ " @ Û í ( y + # Õ " @ Û N è / ñ > & M 5 > \* ! # Õ G N < & ø M 5 > \* ' ß § > ( è È > & ø M 5 > '  
\$ Í # Õ # Õ " @ Û í 4 í # Õ " @ Û , ¶ 5 \* Õ > & M 5 > \* - ] J > & ø M 5 > \* 5 e C E 1 > & " M > '  
p ì # Õ Û Ø < > & M 5 > ' > \* , • ô È > & " M > '  
( È # Õ " @ " @ # . Û % ? M > & M 5 > \* ó # ä \$ ± > & " M > '  
© « , ò ð À Ò & É Û £ • > & M 5 > \* • • f Û > & ø M 5 > \* ( ý \* Z ä Ó > & " M > '

: U)z#Õ"@ Û      ë È%\$\$İ>& " M>'

RNA#Õ"@ Û í š Æ ¢ À Ò Û      Ò § Å ">& M 5>'

¢ À Ò \_ &É Û      "3°&½7ž>& M 5>'

2x7u ™ © « , Ò X#./œ · Û      j Å&;& ø M 5>'

¢ À Ò)...7ÿ - À È î © Û á - á ± î      W (ê \*>& " M>'

#Õ è &É Û ! »      &ÿ6ë( È>& Î(Û M+á\*È (>'

**1-2-2 M (b\$ .**

ç ô ° Ø b M ( b\$ . \_ X 8 Z>\* W0° M0t/2 \_&g M

		¶ i	\$ · Æ	
			§ d ""¼	, d ""¼
5	"3°&½7ž	G#ÿ	#Õ è &É Û í X#.#Õ è&É Û É ß ç Û Ò "l õ M 5	X#.#Õ è í#Õ è &É Û É ß ç Û Ò M 5
5	,,6è 4 •	3á*È	X#.#Õ è&É Û í#Õ è &É Û É ß ç Û Ò M 5	Û îª Û ¼ Ý Ç · µ © × 4 ' &k>- ó/œ z ( ¿4" ± Û3° Û%È'2&É>-l M 5
5	ë È%\$\$İ	3á*È	X#.#Õ è&É Û í#Õ è &É Û É ß ç Û Ò " M	\g . 8x /'#Õ%È'2 d %È'2 (

**ç ô 5° Ø #Õ è &É Û É ß ç Û Ò b ›' \$ (**

#Õ è &É Û É ß ç Û Ò Æ b ›' \$ ( \$ (

\$ ( i	ç ô 5° Ø
É ß ç Û Ò 6x	Ò § Å "
j É ß ç Û Ò 6x	%¼ N ã ù
Û » \$ (	,(• M0d
+¬ kll è í0Û o \$ (	Ò § Å "
%È'2 N4 \$ (	j Å&;
7€ Û#Õ -   \$ (	"3°&½7ž
\7• ° v \$ (	V5 ¾
°0è \$ (	ß §*>(ê È
È \$ (	j Å&;

1-3 É ß ç Û Ò b ± Û 7 T M \* ñ

1-3-1 ± Û 7 T M \* ñ b % † \ » Ñ µ © Û á í ï Û © î

• É ß ç Û Ò [ c > \* 1 • É ß ð í ï Û © î \_ u • Ç | b \* ñ B † % æ K

± Ū7T Ū#Ō b ~("g # l g Ū) 5 Z" g #

#. Ū4Š \_6ō ∈ M • M ( @ , \ M • Ū#Ō c>& >' \_ Æ X † V3U M •

Ÿ ^1"&i>* \$ ^ S †1"&i	ç ô ° Ø
° Ū ( >& ) ° Ø #' ~ >'	20 Ç
° Ū*... X>& ) ° Ø #' ~ >'	21 (15) Ç
( ~2Š"á	>#
~(*... X>& ) ° Ø #' ~ >'	40(32) Ç
\$ °>*3â Ū>* Ū*... X 51>&² Z b Ū °>* ) ° Ø Æ b0ñ \ Ç X>'	2 Ç
\$ ° >*3â Ū>* Ū*... "á	2>#
Ū ) >&Ÿ ^ >' 5 Z X >& ) ° Ø #' ~ >'	19(17) Ç
Ū ) 5 Z"á 52	90>#

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

d1 Ū\*... X \_ X 8 Z c>\* \0ñ ° Ø Æ>& 1°6ë>' Ū K Z 8 •\*... b X †\$ °>\*3â Ū\*... X \ 6 f O  
0°°

d2 Ū ) 5 Z"á \_ X 8 Z c>\* Ÿ ^1"&i b œ \_ > 8 Z c \0ñ ° Ø b Ū ) 5 Z X † 2° S b ° Ū\*...  
X [m W S X Í >\$ ^1"&i b œ \_ > 8 Z c \0ñ ° Ø b1"&i \$ ^ 5 Z X >& © † Ÿ ç\*...¼ μ t>'  
† 3° S >& í Q í Ç Ū c 4° S >\* 5° M2 D b œ c 5° S >' b ° Ū\*... X [m W S X Í

± 07T 0#0 b u\*E i4 0"g #

ÿ ^1"&i > * \$ ^ S ‡1"&i	ç ô 5 ° Ø
ÿ ç*... X	19 Ç
± 0 b M (>& " m í1n OE'¼>'	0 Ç
¶\$x ^%É'2 µ6õ	1 Ç
û >æ%É'26ä\$Í4Š6Û	3 Ç
û >& Q b Ú b*É' >'	4 Ç
Û />& ± 0 †7V C>' b M (	1 Ç
¶ » (>& ¶\$x ^%É'2 µ6õ †7V C>'	0 Ç
4 0 >&\$ ^1"&i > * \$ 0'¼>'	10 Ç
Q b Ú	0 Ç

\$ ^ < ‡1"&i > * \$ ^1"&i >&M2 D>'	ç ô 5 ° Ø
ÿ ç*... X	6 Ç
± 0 b M (>& " m í1n OE'¼>'	2 Ç
¶\$x ^%É'2 µ6õ	0 Ç
û >æ%É'26ä\$Í4Š6Û	1 Ç
û >& Q b Ú b*É' >'	0 Ç
¶ » (>& ¶\$x ^%É'2 µ6õ †7V C>'	0 Ç
İ « » i>& M ± 0>'	2 Ç
İ « » i>& 0 ± 0'¼>'	0 Ç
4 0 >&\$ 0'¼>'	0 Ç
Q b Ú	1 Ç

1-3-3 ± 07T#0 b \Æ 0 \$Í/2 )¼

ç ô ° Ø b ± 07T#0 \_ | • \Æ 0 \$Í/2 )¼ c W0°b \ > ~

\$ ^1"&i S ‡ ó

í +LURWR 7DPOXUDDUX 8FHUHRHQLQJ RI FRPSRXQGV WDUJHHLQJ FKUR  
FHOOV WKDW KDYH OLQHDU ( R U 9 F U 7 F X , 0 D ( 5 1 \$ 7 , 2 1 \$ / ) , 6 6 , 2 1 < ( \$ 6 7  
0 ( ( 7 , 1 \* ° v ¥ v ¥ " « , îÝÉÛ "

í .DL\X ZDQJ0D0VDUX 8WQ0\ RI WKH UROH RI %TW RQ WKH UHJXOD  
PRYHPHQW LQ 7H\VL (RQ1YHD,MW(51\$7,21\$/ ),66,21 <(\$67 0l(7,1\*  
v ¥ v ¥ " « , îÝÉÛ "

í 0RKDPPDG0=DDWVDUX 58FHUHRRI \*VN DQG \*VN LQ WKH FHOOV WKDW  
7+( (/ (9(17+ ,17(51\$7,21\$/ ),66,21 <(\$67 0l(7,1\* ¥ v ¥ " « ,  
îÝÉÛ "

í .DL\X ZDQJV5 ¼ 6WXG\ RI WKH UROH RI %TW RQ WKH UHJXODV

PRYHPHQW LQ #L3, XLÛ Q DH-ĐSV W G1n † > & [ > ' ° v ¥ ñ4Š  
í (•Ýì, 0 “3°&½7ž ¶ 14G Ê\$Í#’1î±Êî « †#Ý 8 S!Õ « ° P «6ö4 4G Ê b Ó ±  
0Ž Ò ¥ • ¢ À Ò)...7ÿ Û ” G ± ° v ¥ ¾ ÿ  
í ? ` % \$ ¾ 0 #ã p\* > ž ß#ã%± Â %¼ Nã ù ([DFHUEDWLRQ RI FHUHEUDO LQIDUF  
HQGRWR[LQ FRQWDLQ#Gö Û Û/ß° ° v ¥ ¥ Æ © Ç • ¥ “  
~  
í 157•± 0 \$î#ã 7o .]A• (/ã4Ý•b#Õ\*ñ \_28r^¤`ö) œ I Ê 3 H J 8 0 5 /  
gB\_>E•zm 4Ý•4G Û Ç > î Û Ò ” G%Ê'2 ì ° v ¥ v ¥ ,²± Û  
í 8i#ã 6 Ç 0 ð-#. Ê u N ë ± • ÿ œ , œ T • á#ã À ... Ò \$ ¶ ( Ò Ò \$ Á “  
Ä ° í³ á Æ á á î L 3 6 - 1 \_ ( Ò † # Ý 8 S 6 † & , ) \$ Í # Õ b Ð Ý³ œ Ñ j « 0 Ž Ò ? } \_ C ± + ; 4  
ì b ( Ê Ó • ½ - Ò ¥ • . " @ Û ” G £ g ± ° v ¥ £ g ± Û  
í . . e # . Ê 0 Ç N 4 H ' % Æ 7 o ÿ - - \$ , • ô Ê Ø < - Ê Û ” ° ¢ - Ò Û 1 \_  
° 4 G Ê \$ Í # ( Ò b S ( \_ ¥ E S Ä î ° © Û µ j É ß Ô î ± i 4 Ä 4 b 5 , ¥ • . " @ Û ”  
G £ g ± ¶ ï × 0 M S 5 5 1 4 0 B p y Û Î P R ç a o @ € u 5  
í ? ` % \$ ¾ 0 ß#ã%± Â %¼ Nã ù 30 \_ µ r € • š á » ° ÿ © á b + ; ~ 0 £ < \_ P M •  
8#Ý Ç > î Û Ò / # Õ . Û í # ” C ° ÿ © ¥ ß á î ° v ¥ ¥ È á ± Û  
í 0 Y § 5 0 . ( ã M %¼ Nã ù Â Ý É ß 4 ß \* p £ † Z 7 á \_ | • Ñ š Û á g B Y ² \ œ Û !  
1 á » ß § - ° S 9 Q ( ý + b 2 n ì ö Q ± Ç > î Û Ò



î°" – Û â »

í ,1Â œ7• 0 #ã § h´ “3°&½7ž ©ß – ¼ ¼ – ¼ ¶¹ 5 1 \$6 H¹T ± b Ó ± 0ž Ò \_ | • ,  
0d b " È ©ª á4ß > | g8 #Õ" @\$x « ° Þ « Á'Á ö4G Ê b H(ô " G ¥ • ( Ê#Õ" @ Û °  
° v ¥ & „ ^ î î ° " – Û â »

í 5LR .R]RQR 0 .RVXNH .DPHPXUD 0LVDNR 2NXPXUD 'DLVXNH .R  
'DLFKL .DPL\DPD 7DNDKLUR &KLLKDFUDHWHFNFHWRPFSOUFRWIIIQQG R \$30D  
WRSRORJLFD O G Q • ( Ê#Õ" @ Û ° ° v ¥ & „ ^ î î ° " – Û â »

í ù3¶ ± 2 0 , • ô Ê Ø < – Ô Û | b & 5,635 & D V K , Ô b Â#Ý " G ¥ • (  
Ê#Õ" @ Û ° ° v ¥ & „ ^ î î ° " – Û â »

í 6RWD <XWR 0 0LVDNR 2NXPXUD XFLGDWLRQRR & KLVKHUWHJXODW  
SK\VLRRORJLFD G H S M D G H Q V \ R , G R U V H Q G L Q ( Ê#Õ" @ Û R V R S K L O D  
° v ¥ & „ ^ î î ° " – Û â »

í <XNL 0LNL 0 )XPL 7HUDGD 7DNDKLUR &KLLKHUWHJXODW VSLQGOH FKHFNSRLQV  
RI &07 GLDWHVHLDWHG PXWDWLRQ LQ '\QDPL"Q G V L ( Ê#Õ" @ R V R S K L O D  
Û ° ° v ¥ & „ ^ î î ° " – Û â »

í .HLJR 1LLPL 0 <XXNL ,VKLWD 7DNDKLUR &KLLKHUWHJXODW VSLQGOH FKHFNSRLQV  
SRO\SKHQLVWILRQ R B K X 6 5 0 S P 4 Š L I ) Z X M ° v ¥ • 8CE\$!² È «  
° É Þ @ á , î © Û á 29 6ö0Y Û 7T ± Û u#ã Ý Õ á Æ «

í .DL\X :DQJ 0DVDUX \$QHQRWHUWHJXODW EDVHG PHWKRG IRU TXDQV  
1XFOHXV LQ" 6 G S R / P E I H © Û µ É í " G >² – ¼ Ñ j « %É'2 ° v  
¥ ¥ `#ã N

í <XNL 0LNL 0 )XPL 7HUDGD 7DNDKLUR &KLLKHUWHJXODW VSLQGOH FKHFNSRLQV  
†#Ý 8 S & 0 \$ S 6ö4 š\$ '\QDPL"Q ° Ž Ò ç ô ° Ø ¥ • ." @ Û p \ D \ - 4 Š È á % 4 [ ]  
° v ¥ ¼ È á

í 8i#ã 6 Ç 0 ð -#. Ê uN ë ± • Ý œ , œ T • á#ã À ... Ò § ¶ (Ö Ò § Á "  
Ä °" I \$ \$ x \* š ž Ý î æ 1 p \_ | • q ö 4 B (ò' \* ö @ D š M • & „ ) ž (ý + . Á " G & „ ) \$  
#Õ 0 | = í " GB / + ; b ½ x i ß á , #Õ 1 / œ ± ° v ¥ j , † w g ± Û \ £  
Ý Õ á Æ « > & j , † w > '

í 157• ± 0 .]A• (/ã4Ý • b#Õ\*ñ \_ 28r ^ ð `ö) œ | Ê 3 H J & / \$ 16 ( 65ý / g B  
\_ > E • z m ¥ • 3° , A i Û ° Ø ± ° v ¥ ¥ ¼ ž 3° ± Û

í Ò § 7o3d 0 + » Á Ý "& , % \$ " j Á & ; 9 x ( Ö ž + Û – ° Ç • î Ý » 8 § ð 6 ~ b 6 ä \$ í \ # Ö /  
µ + 0 £ | b Â # Ý " G Á # Ý " @ # . Û Ó Ø Û / j 1 n † ° v ¥ ¼ ž 4 " w ± Û

\$ ^ 1 " & i † ó

í -LDVKHQ 7DDVDUX 8HQR (OXFLGDWLRQ RI VSLQGOH FKHFNSRLQV  
SRW K G K G R X E O F H + P X W D ( Q W + , 17 ( 5 1 \$ 7 , 2 1 \$ / ) , 6 6 , 2 1 < ( \$ 6 7 0 ( ( 7 , 1 \*  
° v ¥ v ¥ " « , î Ý É Û "

í 5e œ 2 ... ' “3°&½7ž ) Y \* 6 \$ x ^ ð Á Ò ) ... 7Ý Ó ± 1 î ± È î « S ( \ Q b 0 Ž Ò ¥ • ð Á Ò  
) ... 7Ý Û " G ± ° v ¥ ¥ • ð Á Ò ) ... 7Ý Û ¼ ž

í -LDVKHQ 7DDVDX \$HQDQ\VLV RI WKH ILVVLRQ \HDVWHFNFHWRPFSOUFRWIIIQQG R \$30D  
LQWHUPHGLDWHVHLDWHG PXWDWLRQ LQ '\QDPL"Q G V L ( Ê#Õ" @ R V R S K L O D : R U N V K F  
í .HQLFKL 1DND\DPD 0DQDEH 7DNDKLUR &KLLKHUWHJXODW VSLQGOH FKHFNSRLQV  
SKRWRWUDQVGXFWLQHXWRQGVSLKRWRWHJXODWVSLQGOHFKHFNSRLQV R Z G Y È 2 b 1 L V W L R Q F K X V  
p • 2 ° v ¥ • 8CE\$!² #. î Û % É ' 2 d & „ ^ Ý Õ á Æ «

í + Z D Q J : R R V D 4 J - 3 \ \$ í # ã 7 o . ] A • ( / ã † \_ > E • ” j <sup>3</sup> ã ) Ä ) T \_ k Ñ K S ( ý  
+ > & ã · b ( Ê Ó • ½ ¬ Ò Ò Ž Ò 4 Ý • 4 G Û Ç › î Û Ò ” G % Ê ' 2 ì ° v ¥ v  
¥ , <sup>2</sup> ± Û  
í 1 X V U D W + R V - Ÿ D U Q 5 e ' Æ 1 # ã Ý M • p • ¬ ´ Ø < 5 e Æ , ï , < , ¶ 5 \* Õ





\$^1"&i<‡ ó

í +ZDQJ :RRVDQJA• \$i#ã 7o ([SORULQJ WKH PROHFXG BSHRQGHKQDL PLWRWLF QXFOTKHU SWKLV, QWRHQLQD WLRQDO )LVVLRQ< HDVW OHHW ¥ v ¥ Èâwei2 K"« ,îÝÉÛ"

í \$IGLOOD )DUD 'LIND 0 +Z]AQJ \$R#VQDQLVQLRDVW H[SUHVVLQJH NLQHVUQPRWRU SURWHLQ SURYLGHV DQ HIFHFWFHYUHFSRPHWKRQGFV I WK ,QWHUQDWLRQDO )LVVLRQ <HDW¥0H HAVÈQw e i220'%" (« ,îÝÉÛ"

í +ZDQJ :RRVDQJA•' ([SORULQJ WKH PROHFXG BSHRQGHKQDLVWRWIDF SRVLWZRQLQJ &ROG 6SULQJ +DUERU \$VLD FRQIHUHQFM RQ <HDV ¥ å?%4'g#Ø °v 9 C\_gAÓµ-

í .HQ FKL 1DND\DPD ' \$D 0DQDEH 7DNXKUR &KLKDUD 0LVDNR 3KRWRWUDQVGHFLVWRHOG E\F\*03 SDWKZD\ DQG \*3&5 NLQDVH LQ W WK ,QWHUQDWLRQDO & °HWHYDQCS&RQÛH UHQFHÛ «

í <XWD 1DND,FKLUR 7DJDZD 1REXDNL )&HXORSUROKLFHQDWLFDQDLQK & QHZWKH WK \$QQXDO OHHWLQJ RI WKH -DSDQHVH°6RFHWH\ RI 'H 6HQGDQDQWRQDO &HQWHU

í 0RUR]XPL 5\RVXNH ' .\DNXQR 0LWVXNL 8HPDVX +LWRVKL 6X] ,FKLUR )XUXQR 1REXDNL 1DQED 1RUL\XN)XQFJLQRRQDQMDQBOVDLV 3G[ JHQHV LQ WKH SURFHVV RI STQHFUMKV\$QXKHORSPHWHQWQLQRQI 6RFLHW\ RI 'HYHORSPHQWDE 6HLRQDULQWHUQDWLRQDO &HQWHU

\$^1"&iS‡i<‡' ó

í +LURNXQL +LUDJD ' 0\$JHKOLERGRGND&KRDWVX .DL 7DNDKLUF 0LVDNR 2NXPKWDDQG R[LGDWLYHRVWUSODWVLIHFWA PRXWKH QHPD SDFLILWX,QWHUQDWLRQDO 3ULVWLRQ¥K¥V ïGH\$V LQJ7•ELQJHQ \*HUPDQ\

í 0D\XURNXQDJD %R\QQJ \$NDQGB \$ULDNLQXUD)XPLKBUVRVKLWD 7DNXDDPXUDLPLFNLQJWVXPHQSUHVVLQJ LQ PRXVH QHXUDO VV XQGHUVWDQGLQJ RI KXUPDQñ58QLIQÇGLVHDSHV v ¥ 'Ã<±Û >&XCdw>'

1-3-5 Y^1= e\$1/2 )¼

Û#Õ ¶ i	1= e8Y%
= \$5 ( 02+\$00\$'	5ROH RI *VN DQG *VN LQ WKH URHPRQVR FWHKD >&#"g , /†âX(y+ _>E• *VN *VNbµ+>'
*\$2 ;, \$2+8,	(OXFLGDWLRQ RI WKH HIIHFWV RI +'\$&V RQ >&3? x² - ¼ Ñj « b1*( _>E• + '\$&V Ý b0Ž Â>'
ó ¾ Â,Â	+XPDCSHFLILF 0HWDERORPH 7DUJHWV 8&3 V 1HXWDP &HOOV >& Ä °"IS \$x Ó±ÎBîÒc 8&3†ÓKZ&,) ¿(y+ b)E)F\$× Qj+ Š _6ö ZM •>'

•.(7g,ī Ê	¶ Ó ž š Ý _ > E •• / ° < K @ + \$ Ĩ # Ō _ Z < • s8j b % Ê ' 2
x P f, <	Ü x ~ Ÿ x ~ • a • ž š Ý b9x 4: Â _ 6õ f • w4ß (ò æ1p6õ4 ± á Ā j 2A b! Ō * • ö b è 0É
..(8Á ´	lr8a k Ñ \$ x ^ ¥ 0l w † Ó K S # Ō # . " g Â D š Ó • ½ - Ò 0Ž Ā
P § w(ê	Ä ° l g Ð ~ « ± + ; & , ) ¿ (ý + _ > E • Commd3Bmi1 4G Ê Ù ) b S 4 \$ x í µ + \$ x ' j b
` l • ,	` + / + w ± á Ā j 2A VAP b ° Ĩ ß a ĩ 3ë 3 ? † - • ( Ê Ó • ½ - Ò b 0Ž Ā
û 3 ¶ ± 2	CRISPR/Cas12a system – Ō Ū l b Ā # Ý
j £ õ É	- Ō Ū b + ` ĩ # Ō µ S % Ê ' 2 Ō ' Ý b & ' g
B % & Š M 4 {	` ° Ū - ° Ç • ĩ Ý » - Ō ĩ a á ç • / j b 6 ä \$ Ĩ _   • U - & , ) G 2 ° * • ĩ µ S b 0Ž Ā

**1-3-6 \$ ^ Ū )**

#æ13 ö => 8 \$ ^ 1 = e c > \* P Ç ™ Ū ĩ Ū A b \ 7 • Ū / j 1 \_ ¶ / 2 1 = e @ w # . l ∈ Z 8 • G \ @ 28r 2  
ó [ 6 ~ > \* É ß ç Ū Ō Æ \_ > E • £ B \_ æ A K S v b @ # æ 13 M • G \ @ [ A •  
Ū ) 5 Z ) ¼ > 8 ç ô ° Ø b Ū ) 5 Z X \ 1 = e 8 Ÿ % c W 0 ° \_ & g M > & 5 Z ° v ¥ † Æ \_ 0 ° M > '

**1" & i \$ ^ 5 Z X ó**

1 8 6 5 \$ 7 + 2 6 6 \$ , ç ô ° v ¥ ¥ > & # á > '  
3 K H Q R J M \ S R H \ S H U H C H V R L S R C F U L R V S 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  
> & ¶ Ó ž š Ý b V R \$ \$ / L † # Ý 8 S Ä ° ... d \* á \$ g B \$ U \ + ( Ý . " @ b 8 j 4 ĩ b % Ê ' 2 > '  
z > 8 , ¶ 5 \* Ō  
j > 8 Ō § Ā " > \* Ø < > \* - ] J > \* 5 e Œ 1

**B Ç - ž ç ô ° v ¥ > & # á > '**

Ð ~ « \_ > E • 0 i Ē W 4 Š ( \* ö ` ± á Ā j 2A 13 \* / 13 \* @ š ¿ Ý ĩ æ 1 p 1 \* ( \_ l p M s 8 j  
> & ( 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 ' 0 ô \* O  
j > 8 , ] á 7 • > \* % @ p 0 d > \* ' ê 2 z 7 ù j

**\$ 1 % 2 < \$ 1 \* ç ô ° v ¥ > & # á > '**

+ X P D E Q D V 0 H ( @ 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  
> & ± + ; \$ 2 A \$ Ĩ 4 ) \_ > E • 7 0 ( 0 b Ā ° ĩ \$ \$ x \$ Ĩ # ' P Ē Ý D š \_ | • & , ) ¿ ( ý + b Q j • 4 \ ™  
S 4 š ĩ > '

z >8 Ò § Å “  
 j >8 ,¶5 \*Õ>\* N ë/ñ

p £2<M ç ô ° v ¥>&#â>'  
 )z.x 3 ULVWLRQFKXEF•SDFLILY#X)S b0Ž Â  
 >&(OXFLGDWLRQ RI D SKRWRWVWUDQWGRQWKRQ \$DFWIKHFXQHPDWRGH  
 z >8 ß §\*>(ê Ê  
 j >8 N ë/ñ >!\*#ÕGN<>\* j Å&;

#Õ#ã/ñ\*> ç ô ° v ¥>&#â>'  
 -ÔÜb°+šì#Õ 9,Ô¹Ýb&'g\p ì#Õ\_>E• F\FOLG 'Ê bµ+OŽ Ò  
 >&(VWDEOLVKPHQW RI H[SHULPHQWDO PRGHXQIRWULRQGDVAFDQDGLDIEV  
 ' JHQH LQ RUJDQ UHJHQUHDWLRQ  
 z >8 Ø <  
 j >8 ,¶5 \*Õ>\* N ë/ñ >\*,5 Â >\*,•ô Ê

.( \* . ç ô ° v ¥ >&#â>'  
 \$NDOXF \$N#Õ"QSPeQ#Y 8S©Ù~ªÙ~Âš[b9x¤Ø >\*8 u00\$x>|g) i\$x^4G  
 Ê\$ì#OŽ Ò  
 >&\$NDOXF \$N#E\XPLQPLQHVFHQFH IRULRQYDKVLYNHQVQIGWWMHP SQRBDO JH  
 DQDO\WLRWRBQKLOD  
 z >8 N ë/ñ  
 j >8 È Gž >!\*#ÕGN<>\* ß §\*>(ê Ê

**1-3-7 TAB )¼ >¶Fµ▷'**

\$ ^1"&ì S ‡	
~(*... X>&1.1#~ >'	40 Ç
TA\KZG#ÝI€Z8•...	19 Ç
~(*... X_P M•m œ	48>#

\$ ^1"&ì ‹ ‡	
~(*... X>&1.1#~ >'	20 Ç
TA\KZG#ÝI€Z8•...	8 Ç
~(*... X_P M•m œ	40>#

**1-3-8 ± Û7T M\*ñ b\7•i**

#Õ è &É Û É ß ç Û Ò\_>E•²Ý1n\*O>8 'f#Õ è •/j +1=lg\$LH Ô¹Ý#Õ"@ +1=[c¥•  
 1 í,e1 †G#Ý KS1n\*O @ ‹I€Z8• rS>\* \$ ^1"&ì S ‡lg \$ ^1"&ì ‹ ‡bn%\_±V o p"B# (R'v Â=Q °ñ¿ HR)

**1-4 É ß ç Û Ò b%Ê'2 q ·**

#Õ è &É Û É ß ç Û Ò 4 M ( † S B M · † M ( \_ 6 õ M · ç ô ° Ø \_ / œ f ∈ S % Ê ' 2 q · b B Ý x % Ê ' 2 “ B 5 b w ° ” g # \_ X 8 Z c > \* À ò É ß ç Û Ò b É ß ç Û Ò b % Ê ' 2 q · † H g ! · C T I 8

› M ( b À ò É ß ç Û Ò c è W b 3 ù ~

ö & O # Õ " @ Û É ß ç Û Ò † À ò M · M (> 8 N ë / ñ > \* Ò § Å “ > \* Ø < > \* ß § > (ê Ê > \* 5 e OE 1 > \*  
 , · ô Ê

X # . # Õ è & É Û É ß ç Û Ò † À ò M · M (> 8 ( ý \* Z ā Ó > \* ; Å & ;

# Õ è # " C ) r œ & É Û É ß ç Û Ò † À ò M · M (> 8 % ¼ N ā ù

# Õ " @ d Û É ß ç Û Ò † À ò M · M (> 8 V 5 ¾ > \* , ( · M 0 d > \* . ] A ·

¤ À Ò ) ... 7 ÿ – À Ê î © Û â - â ± î † À ò M · M (> 8 W (ê \*

**1-4-1 %Ê'2 q · b Æ**

Õ Ñ ñ † í - Ñ ¼ î ¼ b ä & ) ¼

À , É ß ç Û Ò b % Ê ' 2 q · b + 0 [ † g ! · C T I 8

Õ Û / j K / ? } b w 29 ) ¼

À , É ß ç Û Ò b % Ê ' 2 q · b + 0 [ † g ! · C T I 8

Õ Û # Õ b w 29 ) ¼

¶ i	Û o	29 b j & à	%Ê'2 Æ	5 Z * ...	5 Z ° v ¥	æ _ 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 V G I H S H Q G P L W R W L F Q X S R V L W L R Q L Q	( / ã 4 Ý · \ 7 · Û Ê à ±	° v ¥	, ( · M 0 d
' % N + Û	0	f & ½ · 8 C E \$ î / ² 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 # Õ # Õ " @ Û Û 6 x 9 x « Ä Ê	° v ¥	Ø <



p £2< M	'	)z.x%Ê'2 b • ¶ † p • f&½ •8CE\$Î/²29	, GHQWLILF SKRWRWUDQ SKRWRVHQVF LQ WKH QHP 3ULVWLRQFK SDFLILFXV	)z.x%Ê'2 b • ¶ † p •	° v ¥	ß §*>(ê Ê
'%o N +Û	0	" G ¥ •)¾ j#Õ"@ Û ± f&½ •8CE\$Î/²29	- Ô Û _> E •(- Ê g B µ S b0Ž Â_ ¥ E S ì#Õ Ô ' Ý b & 'g	¥ •)¾ j#Õ"@ Û ± 6x N £ R ¥ •)¾ j#Õ"@ Û #. !6x ° § \$ Ê	° v ¥	∅ <
+ZDQJ :RRVDQ	'	%HVW 3RV \$ZDUW&R 6SULQJ + \$VLD FRQ RQ <HDVW 6FLHQFHV	³([SORULQJ V PROHFXODU RI DFMISQ PLWRWLF QX SRVLWLRQLC	&ROG 6S +DUERU lg¥#Õì Û 4 œ î ž ¼ - " î	° v ¥	,(• M0d
Ò §7o3d	0	" G ¥ • Â - œ - Ó îª â ¢ Û Û /j7ÿ Ê « ° - Ó îª â ¢ í š Â¹ â ° 29	9x (0ž+ Û - ° Ç • î Ý » • /j _   • U - ì SB Ç Û î ^ U - " (• Ê 3ã 2 § b6ã \$ Î	" G ¥ • Â - -œ - Ó îª â ¢ Û Û /j 7ÿ ± 6x U V&½	° v ¥	i Â&;
,*> Þ [	0	6ö0Y p4Š ... )z .x@l Ê « ° É Þ @ â , î © Û â 29	)z.x 3ULVWLRQ SDFLILFXV • (ö b D š I Ê b H(ô	6ö0Y p4Š ... )z.x@l œ î ž ¼ - " î	° v ¥	ß §*>(ê Ê

È å ± Û ê ö&É Û • /j Ç™ ß î © µ É w29

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

È å ± Û š j - Þ å ° « ³ x î¹ â ° « • Û © µ É w29

¶ i	Û °	æ _ M (
Ò §7o3d	0	i Â&;
'%o N +Û	0	∅ <

'² ]&É Û%Ê'² “ B G ¥

¥• Û/î ú+Æ í "l 9%Ê'2 (  
 í An Boyang  
 í p £ 2< M  
 í .( \*.  
 í B Ç -ž  
 í Ã+% \*g E  
 í ‹#ã w\*> Ê  
 í Ç#ã (ê

È á ± Û ± Û7T Ü § î³ Ç™ ß î  
 í p • -´  
 í TangJinshen  
 í '2! /ñ4e  
 í5e Œ 2 ...

È á ± Û p\$î\$× a æ%Ê'2\*...\*ñ B í -|É ß ç Û Ò Ç™ ß î  
 í#Õ#ã /ñ\*>  
 í ì• À•  
 í•#ã ±  
 í +Z D Q J R R V D Q J  
 í1V0... ´ Ó

¥\ Ç (%Ê'2 (  
 0ñ \!° K

ç ô ° Ø ¥\ Ç\$ Û#Õ  
 \$^1"&ì S ‡  
 í = \$5 (02 + \$00 \$' >& - Û á » & ç ô ° v ° Û >'  
 í \* \$2 ; , \$2 + 8 , >& p \ » & ç ô ° v ° Û >'  
 í : \$1 \* . \$ , < 8 >& p \ >' > & ç ô ° v ° Û >'  
 í ' 2 1 \* < 8 1 & + \$ 2 >& p \ » & ç ô ° v ° Û >'  
 í - , \$ 1 \* % ( , % ( , >& p \ » & ç ô ° v ° Û >'  
 í & + , 6 + 8 5 \$ 1 >& p \ » & ç ô ° v ° Û >'

\$^1"&ì ‹ ‡  
 í AN, BOYANG >& p \ >' >& ç ô 2 ° 10 v ° Û >'  
 í HOSSAIN, NUSRAT >& Â á ç Û¹ © x >' >& ç ô 2 ° 10 v ° Û >'  
 í PRIAMBODO, BAGUS >& - á » ç © " >' >& ç ô 3 ° 10 v ° Û >'  
 í TANG, JIASHEN >& p \ >' >& ç ô 4 ° 4 v ° Û >'  
 í HWANG, WOOSANG >& ± 8 Q , \ >' >& ç ô 5 ° 4 v ° Û >'  
 í WANG, JIA >& p \ >' >& ç ô 5 ° 4 v ° Û >'

**1-4-4 %Ê'2 " B5 b w °"g #**

À õ É ß ç Û Ò b      É ß ç Û Ò b %Ê'2 q · † H g ! · C T I 8

**1-4-5 Û # ú ^ } g \_ & k [ b q ·**

À õ É ß ç Û Ò b      É ß ç Û Ò b %Ê'2 q · † H g ! · C T I 8

**1-5 Q b Ú " I 0 ° ! 8 o**

0 ñ \ ! " K